


No 3770.65
18
1901.
THE TRUSTEES OF THE
PUBLIC LIBRARY
OMNIVM
LVX
CIVIVM
OF THE CITY OF
BOSTON
1852 1878

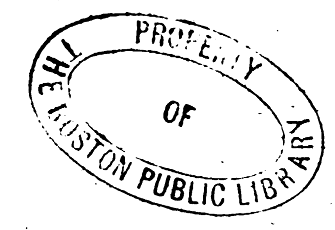
ARBEITEN

AUS DEM

KAISERLICHEN GESUNDHEITSAMTE.

(Beihefte zu den Veröffentlichungen des Kaiserlichen Gesundheitsamtes.)





ACHTZEHNTER BAND.

ERSTES HEFT.

MIT 6 TAFELN.

BERLIN.

VERLAG VON JULIUS SPRINGER.

1901.

Inhalts-Verzeichniss.

Seite

Fortsetzung auf Seite 3.

ARBEITEN

AUS DEM

KAISERLICHEN GESUNDHEITSAMTE.

(Beihefte zu den Veröffentlichungen des Kaiserlichen Gesundheitsamtes.)



ACHTZEHNTER BAND.

MIT 13 TAFELN UND IN DEN TEXT GEDRUCKTEN ABBILDUNGEN.

BERLIN.
VERLAG VON JULIUS SPRINGER.
1902.



Inhalts-Verzeichniss.

Weitere Untersuchungen zu dem im § 2, I der Bekanntmachung des Herrn Reichskanzlers vom 28. Januar 1899 für Rosshaarspinnereien u. s. w. vorgeschriebenen Desinfektionsverfahren mittelst Wasserdampf.

Nach einem im Dezember 1899 erstatteten Berichte.

Von

Dr. P. Musehold, Oberstabsarzt,
fr. kommandirt zum Kaiserl. Gesundheitsamte.

Die vom Kaiserlichen Gesundheitsamte in Vorschlag gebrachte und durch die unter dem 28. Januar 1899 erlassenen Vorschriften für die Rosshaarspinnereien u. s. w. nunmehr obligatorisch gewordene Desinfektion des Rohmaterials mittelst gesättigtem Wasserdampf — bei 0,15 Atmosphären Ueberdruck und halbstündiger Dauer — hat in den Kreisen der betheiligten Industriellen wiederholt Einspruch erfahren. So führte der Verband deutscher Rosshaarspinner in einer bereits vor Einführung der erwähnten Vorschriften, nämlich im Juni 1897 an den Bundesrath gerichteten Eingabe aus, dass das Rosshaar-Rohmaterial, und namentlich das der besseren Qualität, durch eine derartige halbstündige Durchdämpfung zur weiteren Verarbeitung minderwerthig oder gar unbrauchbar werde; es wurde deshalb eine Aenderung des damaligen Entwurfs der Vorschriften dahin beantragt, dass die in Aussicht genommene halbstündige Desinfektionsdauer (von dem Zeitpunkt an, zu welchem im Innern des Desinfektionsapparates ein Ueberdruck von 0,15 Atmosphären angezeigt wird) auf die Dauer einer Viertelstunde verkürzt werde. Untersuchungen, die daraufhin im Kaiserl. Gesundheitsamte angestellt worden sind, führten zu dem Ergebniss, dass eine Abkürzung der Dampfdesinfektion auf eine viertel Stunde Dauer wegen Gefährdung des eigentlichen Zwecks der Desinfektion (zuverlässige Abtödtung der an dem Rohmaterial etwa anhaftenden Milzbrandsporen, auch derjenigen grösster Widerstandsfähigkeit) nicht angängig sei, — und ferner, dass hierzu auch kein zwingender Anlass vorliege, weil das Rohmaterial durch eine halbstündige Dampfdesinfektion, welche den Vorschriften gemäss ausgeführt worden ist, irgend erhebliche Schädigungen nicht erleide[1]). — Nachdem nun die halbstündige Durchdämpfung des Rohmaterials durch die Vorschriften vom 28. Januar 1899 eingeführt worden war, wendete sich der Verband deutscher Rosshaarspinner Ende Mai 1899 mit einer erneuten Eingabe an den Bundesrath, in

[1]) Vergl. P. Musehold, Untersuchungen zu dem Dampf-Desinfektionsverfahren, welches im § 2, 1 der unter dem 28. Januar 1899 erlassenen Vorschriften u. s. w. — Nach einem im August 1898 erstatteten Berichte. — Arbeiten a. d. Kaiserl. Gesundheitsamte Bd. XV, S. 476 bis 486.

welcher ausgeführt wurde, dass Krollhaar, welches aus vor der Verarbeitung desinfizirtem Rohmaterial hergestellt werden müsse, gegenüber solchem Krollhaar, welches nur nach dem Verspinnen (zur Fixirung der Kräuselung) mit gespanntem Wasserdampf oder wohl gar nur mit heissem Wasser behandelt werde, minderwerthig und deshalb konkurrenzunfähig sei.

Demnach schien ein Widerspruch zwischen den im Gesundheitsamte und den in der Praxis gemachten Beobachtungen fortzubestehen. Die Lösung dieses Widerspruches, welche ebenso sehr im Interesse der Industrie wie im sanitären Interesse lag, war naturgemäss nur durch unmittelbares Zusammenwirken mit den betreffenden industriellen Fachleuten zu ermöglichen. Um jedem Einwand zu begegnen und um gleichzeitig etwaige vielleicht bei der Ausführung der Desinfektion unterlaufende Fehlerquellen aufzudecken, war eingehende Besichtigung grösserer Rosshaarspinnerei-Betriebe in der beregten Richtung erforderlich. Die für die auszuführenden Untersuchungen benöthigten Haarproben mussten in diesen besichtigten Betrieben nach geschehener Desinfektion ganz nach den Bräuchen der Praxis weiter verarbeitet werden; dies geschah denn auch in einer namhaften Rosshaarspinnerei bei München und in zwei Rosshaarspinnereien in Kitzingen unter Aufsicht von mit der Technik vertrauten Fachleuten und unter den Augen des vom Kaiserl. Gesundheitsamte mit der Leitung der vorliegenden Untersuchungen beauftragten Berichterstatters.

Aus dem Inhalt des bereits angeführten von dem Verbande deutscher Rosshaarspinner im Mai 1899 erhobenen Einspruchs ist ohne Weiteres herzuleiten, dass zur Lösung der gestellten Aufgabe Haarproben folgender verschiedener Verarbeitungsweisen herzustellen waren:

1. Rosshaare, welche in rohem Zustande zuerst gemäss § 2, 1 der Bekanntmachung u. s. w. desinfizirt und nach der Verarbeitung (Verspinnen) zur Herstellung einer dauernden Kräuselung mit Wasserdampf von mindestens 0,5 Atmosphären Ueberdruck behandelt worden waren, — desinfizirtes, krausgedämpftes Krollhaar —.
2. Rosshaare, welche ohne vorgängige Desinfektion in gleicher Weise verarbeitet (versponnen) und zum Schluss in gleicher Weise krausgedämpft waren, wie die Proben unter Ziffer 1 — nicht desinfizirtes, krausgedämpftes Krollhaar. —
3. Rosshaare, welche ohne vorherige Desinfektion in gleicher Weise, wie diejenigen unter Ziffer 1 u. 2 verarbeitet worden, aber zum Schluss nicht krausgedämpft, sondern nur mit heissem Wasser von etwa 80° behandelt waren, — nicht desinfizirtes, mit heissem Wasser gekraustes Krollhaar. —

Zum Vergleich mit der unter Ziffer 3 aufgeführten Probe dienten

4. Rosshaare, welche nach voraufgegangener Desinfektion bis zum Schluss in gleicher Weise wie die Probe unter 3 behandelt waren, — desinfizirtes, mit heissem Wasser gekraustes Krollhaar. —

Bei den Proben unter 3 u. 4 handelte es sich vor allem darum, festzustellen, ob sich überhaupt eine gute dauernde Kräuselung des Rosshaares durch die blosse Behandlung mit heissem Wasser herstellen lasse.

Die mit den angefertigten Proben an Ort und Stelle eingeleiteten und im

bakteriologischen Laboratorium des Gesundheitsamtes zum Abschluss gebrachten Untersuchungen umfassten im Einzelnen:

1. Die vergleichende Prüfung des bei der Verarbeitung desinfizirten und nicht desinfizirten Rohmaterials entstandenen Gewichtsverlustes,
2. die vergleichende Prüfung der Qualität, und zwar
   a) durch Feststellung der Dehnbarkeit (Elastizität) der Haare und der für das Reissen erforderlichen Belastung, Reissbelastung, mittelst eines (von der Firma L. Schopper in Leipzig angefertigten) besonderen Präzisionsapparates (dieser Apparat lässt die Dehnbarkeits- und Reissbelastungsgrössen von einer Skala unmittelbar ablesen),
   b) mittelst der einfachen sinnlichen Wahrnehmung d. i. nach dem Urtheil von Sachverständigen; als solche wurden befragt die Besitzer und technischen Betriebsleiter der Rosshaarspinnereien bei M. und K.

Anlage, Gang und Ergebniss der einzelnen Untersuchungen sind in den beigefügten Tafeln übersichtlich zusammengestellt. Die Tafeln 1, 1a, 1b, 1c (S. 12 bis 17) betreffen Haarproben, welche in der Rosshaarspinnerei von H. bei M. aus russischen einem Originalballen in rohem Zustande entnommenen schwarzen Schweifhaaren sogenannter gesunder Waare gewonnen waren. — Die Tafeln 2, 2a, 2b (S. 17 bis 19) betreffen Proben, die in der Rosshaarspinnerei von A. zu K. aus amerikanischem Mähnen- und Schweifhaare gemischt enthaltendem Rosshaar hergestellt waren. — Was die Bezeichnung der einzelnen Haarproben auf den Versuchstafeln anbetrifft, so sind für verschiedenartiges Ausgangsmaterial verschiedenartige römische Ziffern (I, II) gewählt; war das Rohmaterial vor der Verarbeitung nicht desinfizirt worden, so bezeichnet dies der hinter die römische Ziffer gesetzte grosse Buchstabe R (roh); war das Rohmaterial vor der Verarbeitung desinfizirt worden, so bezeichnet dies der grosse lateinische Buchstabe D (desinfizirt); die hinter diese grossen lateinischen Buchstaben gesetzten kleinen (a, b, c, d, e) zeigen verschiedene Ausführungsweisen der Krausdämpfung (Krauskochung) des versponnenen Materials an; z. B. die beiden mit I Rb und I Db bezeichneten Proben unterscheiden sich nur dadurch, dass die letztere vor der Verarbeitung vorschriftsmässig mit Wasserdampf desinfizirt worden ist, die Probe I Rb nicht; Ausgangsmaterial, Verarbeitungsweise, namentlich auch die Krausdämpfung ist bei den Proben gleich ausgeführt. Bei den II. Proben ist durch Einschieben des deutschen grossen Buchstaben 𝔊 oder 𝔘 noch besonders zum Ausdruck gebracht, ob das Rohmaterial vor der Verarbeitung gewaschen war oder nicht.

(Ueber den Rahmen der von vornherein gestellten Aufgaben hinaus wurde ein Versuch mit schwarzen russischen Ochsenhaaren angeschlossen, weil nach Angabe eines Fabrikanten dieses Material unter dem Einfluss der Desinfektion ganz besonders hohe Gewichtsverluste zeigen sollte — vergl. Tafel 3.) —

Was zunächst die angeblich bei desinfizirten Rosshaaren eintretenden grösseren

Gewichtsverluste

im Vergleich zu denjenigen von nicht zuvor desinfizirtem Rohmaterial anbetrifft, so zeigten die in ungewaschenem Zustande verarbeiteten russischen Schweifhaare — (Tafel 1, S. 12, 13),

nachdem dieselben vor der Verarbeitung gemäss der Vorschrift mit Wasserdampf von 0,15 Atm. Druck eine halbe Stunde lang desinfizirt, alsdann zweimal durch die Hechelmaschine geschickt, hierauf versponnen und nunmehr zu je einem Fünftel bei 0,5 Atm. Druck 30 Minuten lang (I Da), bezw. bei 1,0 Atm. Druck 30 Minuten lang (I Db), bezw. bei 1,5 Atm. Druck 30 Minuten lang (I Dc), bezw. bei 1,0 Atm. Druck 60 Minuten lang (I Dd) krausgedämpft, bezw. mittelst heissem Wasser von 80 (bis 85°) C. 60 Minuten lang (I De) behandelt worden und endlich 48 Stunden lang gedarrt worden waren,

zusammengenommen allerdings einen um 0,5 % höheren Gewichtsverlust, als die in gleicher Weise behandelten, jedoch vor der Verarbeitung nicht desinfizirten Parallel-Proben (I Ra. I Rb, I Rc, I Rd, I Re).

Für die praktische Beurtheilung dieses zahlenmässig ermittelten Unterschiedes der Gewichtsverluste, der übrigens im Vergleich mit den Grössen des Gesammtverlustes 11,4 bezw. 10,9 % (unmittelbar nach dem Darren) an sich gering ist, waren vor allem zwei Umstände in Betracht zu ziehen:

Erstens der, dass es sich um die Verarbeitung eines von allerlei Schmutzbeimengungen durchsetzten Rohmaterials handelte, bei welchem die Desinfektion mittelst Wasserdampf in gewissem Sinne schmutzausscheidend, also schon aus diesem Grunde gewichtsvermindernd gewirkt haben konnte,

und zweitens der Umstand, dass die desinfizirten Haare durch die lange Darre nach stattgehabter Desinfektion eine erheblichere Herabsetzung ihres relativen Feuchtigkeitsgehaltes im Vergleich zu den nicht desinfizirten und deshalb auch nicht gedarrten Haaren erfahren haben konnten. Vergleicht man nämlich, um auf letzteren Punkt zuerst einzugehen, die Parallel-Proben: I Ra und I Da, I Rb und I Db, I Rc und I Dc, I Rd und I Dd, endlich auch I Re und I De unter sich in Bezug auf die Gewichte, die sie nach Verspinnen und Schlussdarre, und in Bezug auf die Gewichte, die sie nach dem Verspinnen zeigen, so ergiebt sich, dass die desinfizirten bezw. zwei Mal gedarrten Proben I Db, I Dc und IDe bei der Schlussdarre eine geringere Gewichtsabnahme erfuhren, als die entsprechenden nicht desinfizirten bezw. nur ein Mal gedarrten Proben I Rb, I Rc und Re. Nur die Parallel-Proben: I Ra und I Da, I Rd und I Dd, hatten gleiche Gewichtsverluste. Bei keiner einzigen der aus nicht desinfizirtem Material hergestellten Proben war der in Rede stehende Gewichtsverlust grösser, als bei den desinfizirten Haaren. Diese Zahlen sprechen im Ganzen dafür, dass der Feuchtigkeitsgehalt der nicht desinfizirten (R-)Proben vor der Schlussdarre im Allgemeinen grösser war, als bei den vorher bereits einmal gedarrten desinfizirten (D-)Proben. Da die Haare nach der Verarbeitung und Krausdämpfung in Gestalt von fest zusammengedrehten über fingerdicken, fast knochenharten Strängen in die Schlussdarre kommen, so ist die Abgabe von Feuchtigkeit aus den in der Mitte der Stränge gelegenen Theilen erschwert; es erscheint naturgemäss, dass die nach der Desinfektion in losem Zustande gedarrten Haare grössere Feuchtigkeitsverluste erfuhren, als die nur im versponnenen Zustande gedarrten nicht desinfizirten Haare. — Mehr noch als ein verschiedener Gehalt an Feuchtigkeit spielt bei dem ermittelten grösseren Gewichtsverlust der desinfizirten Krollhaare ein verminderter Gehalt an

Schmutzbeimengungen eine Rolle. Dies erweist das Ergebniss der Versuche auf Tafel 1b, S. 16): Wenn nämlich von zwei gleichen Gewichtsmengen desselben Ausgangsmaterials die eine mittelst Wasserdampf desinfizirt wurde, und hierauf beide Theile in gleicher Weise gründlichst durch Waschen gereinigt, alsdann in losem Zustande 24 Stunden lang gedarrt wurden, darauf zweimal durch die Hechelmaschine geschickt und endlich versponnen wurden, so ergab sich, **dass beide Mengen, also sowohl die desinfizirten wie die nicht desinfizirten Haare in gleichen Verarbeitungsphasen gleiche Gewichtsverluste erlitten hatten.** Aus diesem Versuchsergebniss lässt sich gleichzeitig die Folgerung ziehen, dass durch die Desinfektion mittelst Wasserdampf die Aufnahmefähigkeit der Haare für Feuchtigkeit nicht beeinflusst worden ist. In Uebereinstimmung hiermit zeigten auch die (in der Rosshaarspinnerei von A. zu K.) theils nach voraufgegangener Desinfektion, theils undesinfizirt, theils in gewaschenem Zustande, theils ungewaschen zu Proben verarbeiteten amerikanischen Rosshaare — II R 𝔊, II D 𝔊; II R 𝔘, II D 𝔘 — am Schlusse der Verarbeitung (bezw. nach 40 oder 60 Minuten langer Krausdämpfung bei 1 Atm. Druck und nach der letzten Darre) zusammengenommen keinen Unterschied im Gewichtsverluste (Tafel 2, S. 17, 18).

Anhangsweise sei hier angeführt, dass auch das Ergebniss des in der Spinnerei von F. angestellten Versuchs mit schwarzen Ochsenhaaren nicht die Folgerung zuliess, als ob Ochsenhaare in Folge der Desinfektion mittelst Wasserdampf in erhöhtem Maasse an Gewicht verlören. Die näheren Ausführungen hierüber finden sich auf Tafel 3.

Es hat sich demnach ergeben:

1. Dass ein gut gereinigtes Rosshaarrohmaterial in Folge der nach Vorschrift ausgeführten Desinfektion mittelst Wasserdampf bei der Verarbeitung zu Krollhaar Gewichts- bezw. Substanz-Verluste in irgend erheblichem Umfange nicht erleidet.
2. Bei ungereinigtem Material wird ein Unterschied des Gewichtsverlustes zu Ungunsten der aus desinfizirtem Material hergestellten Waaren dadurch bewirkt, dass in Folge der voraufgegangenen Desinfektion ein Mehrabgang von Schmutz während der weiteren Verarbeitung stattfindet.
3. Vermeintliche Gewichtsverluste an Haarsubstanz können lediglich durch Unterschiede des wechselnden natürlichen Feuchtigkeitsgehaltes bedingt sein.

Für die Beurtheilung der angeblichen

Qualitätsschädigungen

in Folge der Desinfektion mittelst Wasserdampf kommen die mit Hilfe des erwähnten besonderen Präzisionsapparates ermittelten Durchschnittswerthe für Dehnbarkeit und Festigkeit der Haare und die von den Sachverständigen über die Qualität der verschiedenen Vergleichsproben abgegebenen Urtheile in Betracht:

Die sehr kräftigen und sehr langen russischen Schweifhaare (Proben I Ra bis e und I Da bis e) wurden sowohl in Bezug auf die Längenzunahme — Dehnbarkeit —, wie auf die Belastungsgewichte, die das Reissen herbeiführten — Reissbelastung —, untersucht, und zwar bei einer Ausgangs-Spannungslänge von 30 cm

(vergl. Tafel 3a). Die Längenzunahme zeigte bei den einzelnen Haaren ebenso wie die Reissbelastung im Allgemeinen so erhebliche Schwankungen, dass geringe Unterschiede in den Durchschnittszahlen als unwesentlich anzusehen sind; so fällt z. B. der anscheinend theils zu Gunsten, theils zu Ungunsten der desinfizirten Proben sprechende Unterschied nicht ins Gewicht, den die vor der Verarbeitung 30 bezw. 60 Minuten lang mit Wasserdampf desinfizirten Haare der Proben I Db und I Dd im Vergleich zu den nicht desinfizirten Vergleichsproben I Rb und I Rd zeigten:

Die durchschnittliche Längenzunahme beträgt bei I Rb und I Rd zusammen 1,73 cm gegen 1,66 cm bei I Db und I Dd zusammen; die durchschnittliche Reissbelastung bei I Rb und I Rd zusammen 281,7 g gegen 303 g bei den desinfizirten Parallelproben I Db und I Dd zusammen. Diese Unterschiede sind an sich zu gering, um in die Wagschale fallen zu können, und jedenfalls so gering, dass sie sich der sinnlichen Wahrnehmung entziehen, wie dies auch aus der auf Tafel 1c aufgezeichneten verschiedenartigen Beurtheilung der in Rede stehenden vier Proben durch die hinzugezogenen Sachverständigen hervorgeht (vergl. namentlich Ziffer 2 auf Tafel 1c): im Allgemeinen wurde nämlich den desinfizirten (D-)Proben fast noch ein Vorzug vor den nicht desinfizirten eingeräumt; von den bei nur 0,5 Atm. Druck krausgedämpften Krollhaaren I Ra und I Da wurde die aus desinfizirtem Rohmaterial hergestellte Probe I Da fast übereinstimmend (nur ein Herr stellte sie an die zweite Stelle) als besser, als die nicht desinfizirte Parallelprobe I Ra beurtheilt (vergl. Tafel 1c Ziffer 1). Bei der Dehnbarkeits- und Reissbelastungs-Prüfung kam die letztere Probe hingegen etwas in Vortheil gegenüber der desinfizirten Parallelprobe (Tafel 1a, S. 14, 15).

Aehnlich lagen die Ergebnisse der Qualitätsprüfung bei den zu K. aus amerikanischem Schweif- und Mähnenhaar hergestellten Proben — Tafeln 2a und 2b, S. 18, 19).

Vorauszuschicken ist, dass von einer Verwerthung der Reissbelastungsgrössen bei diesen Haaren Abstand genommen werden musste, weil diese Werthe bei dem schwachen Haarmaterial meist unter 100 g lagen und wegen ihrer grossen Schwankungen zur vergleichenden Beurtheilung nicht geeignet waren, — und weil endlich schon die ermittelten Dehnbarkeitswerthe genügende Anhaltspunkte boten. Die Dehnbarkeitswerthe wurden bei diesen Haaren wegen deren von vornherein geringeren Länge auf kleinere Spannungslängen — nämlich 10 cm — geprüft. Nach dem Durchschnitt von je 80 untersuchten Haaren, die zur Hälfte 40 Minuten, zur anderen Hälfte 60 Minuten lang bei 1,0 Atm. Druck krausgedämpft worden waren, betrug die Längenzunahme bis zum Reissen: bei den aus desinfizirtem Rohmaterial hergestellten Haarproben nur 0,05 cm weniger, als bei den aus nicht desinfizirtem Material hergestellten Proben; die Durchschnittswerthe betrugen 0,998 cm Dehnbarkeit bei den nicht desinfizirten gegenüber 0,956 cm bei den desinfizirten Haaren. Ein so minimaler Unterschied entzieht sich ebenfalls der sinnlichen Wahrnehmung. Die durch die hinzugezogenen Sachverständigen über die Qualität der einzelnen Proben abgegebenen Urtheile — Tafel 2a — zeigten dementsprechend keine Uebereinstimmung, und dies zwar, wiewohl die Herren bei Prüfung dieser Proben sich

gegenseitig eingehend zu informiren und auszusprechen Gelegenheit hatten. Dass die aus nicht desinfizirtem Material hergestellten (40 bezw. 60 Minuten lang krausgedämpften) Proben II R Ua und II R Ub in Bezug auf die Qualität an die erste Stelle gesetzt wurden, ist insofern auffallend, weil es gerade das nicht gewaschene, also das unreinere Material war, dem der Vorzug eingeräumt worden ist. Die aus desinfizirtem gewaschenen Material hergestellte Haarprobe II D 𝔊 b, welche 60 Minuten lang krausgedämpft war, sowie die aus nicht desinfizirtem Material in gleicher Weise hergestellte Parallelprobe II R 𝔊b wurden in Bezug auf die Qualität als gleichwerthig erachtet. Die aus desinfizirtem Material hergestellte, 40 Minuten lang krausgedämpfte Haarprobe II D𝔊a wurde von einem Herrn ausdrücklich als eine solche bezeichnet, welche nicht gelitten hatte (Tafel 2b unter 1, S. 19).

Schliesslich milderten denn auch die K.-Herren selbst ihr ursprüngliches gegnerisches Urtheil über die Schädigungen des zu Krollhaar verarbeiteten desinfizirten Materials auf Grund der bei den vorgelegten Proben gemachten Erfahrungen dahin, dass die Schädigungen nicht so erhebliche seien, sofern die Desinfektion und die Krausdämpfung in richtiger Weise ausgeführt werden. — Es ist hier noch besonders hervorzuheben, dass den letzteren Bedingungen von den hergestellten Versuchsproben nur diejenigen entsprachen, bei denen der bei der Krausdämpfung angewandte Dampfdruck über die in der Fabrikation üblichen Druckhöhen von 0,5 bis 1 Atm. nicht wesentlich hinausgegangen war, im Versuch I die Proben I Da, I Db, I Dd; die unter einem Dampfdruck von 1,5 Atm. (eine halbe Stunde lang) krausgedämpften versponnenen russischen Schweifhaare — Probe I Rc und I Dc auf Tafel 1a — zeigten im Vergleich zu den anderen I-Proben allerdings Schädigungen: die einzelnen Haare erschienen brüchiger, die Ausdehnungsfähigkeit derselben — 1,28 (I Rc) und 1,09 cm (I Dc) — stand erheblich hinter derjenigen der Haarproben, bei denen zur Krausdämpfung nur Druckhöhen von 1 Atm. benutzt waren, zurück — nämlich gegen 1,95 (I Ra), 1,59 (I Rb), 1,88 (I Rd) bezw. 1,74 (I Da), 1,69 (I Db), 1,64 cm (I Dd) —; dabei ist noch zu bemerken, dass bei den bei 1,5 Atm. Druck krausgedämpften Proben I Rc und I Dc eine grosse Anzahl Haare zur Elastizitätsprüfung wegen bereits vorhandener Knick- oder Bruchstellen nicht verwerthbar war, und zu den Prüfungen deshalb die am wenigsten geschädigten Haare ausgesucht werden mussten, während bei den anderen Proben die Haare zur Prüfung der Dehnbarkeit und der Reissbelastung in den Apparat ohne besondere Auswahl eingespannt wurden; diese Verhältnisse erklären es auch, dass die Reissbelastungsgrössen bei den beiden Proben I Rc und I Dc hinter den durchschnittlichen Reissbelastungsgrössen der anderen Proben kaum zurückstehen. Auf die aus der minderwerthigen Beschaffenheit dieser beiden Proben I Rc und I Dc zu ziehenden Schlussfolgerungen wird im letzten Theil des Berichts noch näher eingegangen werden.

Ein Eindruck, als ob die aus desinfizirtem Rosshaar-Material hergestellten Krollhaare, welche einer Krausdämpfung mit gespanntem Wasserdampf von einer Druckhöhe bis zu etwa 1,0 Atm. unterworfen waren, gegenüber der in derselben Weise aus gleichem, jedoch vor der

Verarbeitung nicht desinfizirtem Rohmaterial hergestellten Waare minderwerthig oder konkurrenzunfähig sei, — ist jedenfalls aus den gesammten bisherigen Ausführungen nicht zu gewinnen.

Ob das aus desinfizirtem Rohmaterial hergestellte und mit gespanntem Wasserdampf krausgedämpfte Krollhaar gegenüber dem (aus nicht desinfizirtem Rohmaterial hergestellten) angeblich nur mittelst Heisswasserbehandlung gekrausten Krollhaare minderwerthig sei, darüber geben die auf Tafel 1a (S. 14, 15) als I Re und I De bezeichneten Proben, welche aus denselben russischen Schweifhaaren gesunder Waare, wie die mit gespanntem Wasserdampf gekrausten Proben I Ra, b, c, d und I Da, b, c, d, gewonnen sind, Aufschluss; bei denselben wurde zur Herstellung der Krause statt des gespannten Wasserdampfes eine einstündige Behandlung mit Wasser von 80°C angewandt, das vorübergehend eine Temperatur von 87° bezw. 89° erlangte. (Beiläufig ist zu bemerken, dass widerstandsfähige Milzbrandsporen selbst durch eine mehrstündige Behandlung mit Wasser dieser Temperaturgrade nicht abgetödtet werden.) Es stellte sich heraus, dass schon eine einstündige Behandlung der gesponnenen Haare mit heissem Wasser der angegebenen Temperaturgrade genügte, um denselben eine schöne Krause zu geben. Die aus vorher desinfizirtem Rohmaterial hergestellte und mittelst Heisswasser gekrauste Probe I Be wurde bei der Qualitätsprüfung sowohl durch die K.er Fabrikanten und Sachverständigen, wie auch durch die M.er Herren ohne Ausnahme als die beste Probe von allen erachtet. Bei der aus nicht desinfizirtem Material hergestellten und ebenso wie I De eine Stunde lang mit Heisswasser gekrausten Krollhaarprobe wurde das Haar schön und elastisch, aber die Krause nicht genügend kräftig befunden. Wahrscheinlich hatte also die voraufgegangene Desinfektion des Rohmaterials mittelst Wasserdampf die eine fixe Krause bedingenden Veränderungen des Haares in vortheilhafter Weise eingeleitet. Es ist anzunehmen, dass bei vorher nicht desinfizirten Haaren eine längere als einstündige Behandlung mittelst Wasser der genannten Temperaturgrade in Bezug auf die Krause schliesslich denselben Erfolg haben würde, wie bei den vorher desinfizirten Haaren I De schon die nur einstündige Behandlung. Dass die Heisswasser-Kräuselung eine schonendere ist, als die Krausdämpfung bei 1,0 Atm. Druck, zeigte sich auch bei Prüfung der Dehnbarkeit und der Reissbelastung (Tafel 1a, S. 14, 15). Während die Reissbelastung der mittelst Heisswasser gekrausten Haare nur wenig höher lag, als diejenige der mit gespanntem Wasserdampf krausgedämpften Vergleichsproben, war die Dehnbarkeit bei den Proben I De und I Re etwa um die Hälfte höher, als bei den krausgedämpften Proben. — Hiernach lässt sich die Frage, ob zur Herstellung einer guten Kräuselung des Rosshaares die blosse Behandlung mit heissem Wasser von ca. 80—90° genügt, im Allgemeinen bejahen. Ob durch derartig hergestelltes (ausländisches) Krollhaar den (inländischen) Rosshaarspinnerei-Betrieben thatsächlich eine Konkurrenz erwachsen kann, muss an dieser Stelle offene Frage bleiben. Es kommt dabei jedenfalls in Betracht, dass eine etwa an Stelle der Krausdämpfung gesetzte Heisswasserbehandlung nicht einem Desinfektionsverfahren gleichgeachtet werden kann, weil eben, wie gesagt, Milzbrandsporen grösserer Widerstandfähigkeit durch eine derartige Heisswasserbehandlung nicht ab-

getödtet werden. Es liegt daher im Sinne der Vorschriften vom 28. Januar 1899, dass ein mittelst heissem Wasser gekraustes Haar noch einem besonderen Desinfektionsverfahren d. i. der Dampfdesinfektion unterworfen gewesen sein muss, — und zwar entweder schon vor der Verarbeitung oder aber, wenn es sich um eine vom Auslande fertig bezogene Waare handelt, nachträglich vor der Einfuhr. Nun haben aber die in der Rosshaarspinnerei bei M. ausgeführten Untersuchungen, wie schon erwähnt, ergeben, dass gerade die aus dem vorschriftsmässig mit Wasserdampf desinfizirten Rohmaterial hergestellte Krollhaarprobe I De (Tafeln 1, 1a, 1c Ziffer 3), welcher die fixe Kräuselung mit heissem Wasser (1 Stunde bei 80—89°) ertheilt war, ihrer Qualität nach als die beste von allen Proben erschien und von den Sachverständigen sogar für noch besser erachtet wurde, als die Parallel-Probe I Re, die sich von ersterer nur dadurch unterschied, dass sie aus einem der vorherigen Dampfdesinfektion nicht unterworfen gewesenen Rohmaterial hergestellt war.

Bei den vorstehenden Untersuchungen wurde auch der Schlüssel zur Erklärung der von den Rosshaarspinnern mit der Dampfdesinfektion gemachten gegentheiligen Erfahrungen gefunden. Aus der minderwerthigen Beschaffenheit der beiden nur eine halbe Stunde lang, aber bei wesentlich höherem Drucke, nämlich bei 1,5 Atm. krausgedämpften Parallel-Proben I Rc und I Dc (vergl. Tafeln 1a, 1c unter 4 auf S. 15, 17) im Vergleich zu den beiden eine volle Stunde, aber nur bei 1,0 Atm. Druck, krausgedämpften Proben I Rd und I Dd — ist die praktisch wichtige Lehre zu ziehen, dass die Innehaltung gewisser Dampfdruckgrenzen nicht nur bei der Dampfdesinfektion, sondern ganz besonders auch bei der Krausdämpfung für die Erzielung einer guten Krollhaar-Waare von ausschlaggebender Bedeutung ist. Um aber bestimmte Druckgrenzen bei der Dampfbehandlung mit Sicherheit einhalten zu können, ist die Anwendung zweckmässig konstruirter Dämpfungs- (Desinfektions-) Apparate, die mit zuverlässigen Kontrollinstrumenten ausgestattet sind, und eine zuverlässige Handhabung dieser Apparate durch wohl unterrichtete Leute, erste Bedingung. In dieser Beziehung fand Berichterstatter jedoch in den besichtigten Rosshaarspinnereien erhebliche Unzulänglichkeiten vor. An den zur Herstellung der Versuchsproben benutzten Apparaten, mussten vorerst einige — übrigens innerhalb weniger Stunden ausführbar gewesene — Abänderungen und einige Vervollkommnungen der Ausrüstung vorgenommen werden. Das hierbei seitens der betheiligten Industriellen an den Tag gelegte lebhafte Interesse fand u. a. darin Ausdruck, dass einige bei den vorstehenden Versuchen von dem Berichterstatter für die Dampfdesinfektion u. s. w. gegebene Direktiven von dem Verbande Deutscher Rosshaarspinner bereits in einem technischen Sonder-Fachblatte[1]) veröffentlicht worden sind. Bei dieser Sachlage werden es die betheiligten Industriellen willkommen heissen, wenn an dieser Stelle über die vorgefundenen Mängel ohne Rückhalt berichtet wird; offenkundig gewordene Fehler wirken erfahrungsgemäss am meisten belehrend.

---

[1]) Seiler-Zeitung 1899 Nr. 23. „Die Desinfektion des Rohmaterials in den Rosshaarspinnereien." (In der vorletzten Zeile des zweiten Absatzes musste es übrigens statt „20° C." heissen 2° C.)

Die an den Dampfapparaten vorgefundenen Unzulänglichkeiten waren im Wesentlichen folgende:

1. Einführung des Dampfes in den Desinfektionsapparat von unten her, während die Dampfabströmungsöffnung oben lag:

Nachtheile: a) die unmittelbar über der Dampfeinströmungsöffnung liegenden Haare werden von einem sehr viel heisseren Dampfstrahl getroffen, als dem am Apparat selbst angezeigten Atmosphärendruck entspricht, denn der einströmende Dampf steht unmittelbar vor der Abströmung aus dem Kessel unter Druckhöhen von 3 Atmosphären und mehr;

b) das Verdrängen der kalten Luft (welche schwerer als der Dampf ist) aus den Desinfektionsobjekten etc. wird erschwert, und die Haare werden feuchter in Folge reichlicheren Niederschlags des sofort in dem ganzen Desinfektionsraume sich vertheilenden, überall mit den kühlen Wänden des Desinfektionskessels und den kühlen Haaren in Berührung kommenden Dampfes; je nässer aber die Haare durch die Desinfektion werden, um so längere Zeit müssen sie getrocknet werden, — je länger das Trocknen in Anspruch nimmt, um so leichter kann das Material leiden, z. B. durch Dumpfigwerden.

Die Dampfapparate, bei denen die Dampfeinströmungsöffnung oben liegt, haben den Vorzug, dass der leichtere Dampf die schwere kalte Luft aus dem Desinfektionsraum und aus den Desinfektionsgegenständen schichtweise nach abwärts herausdrängt und gleichmässiger in die Desinfektionsgegenstände (Haare) eindringt; die Kondensation wird dabei auf ein möglichst geringes Maass beschränkt.

2. Ungenaue, nämlich bis 0,5 Atm. zu wenig anzeigende Druckmesser, und solche Druckmesser, die die bei der Desinfektion innezuhaltende Druckhöhe von 0,15 Atmosphären nur annähernd schätzungsweise ablesen liessen.

Nachtheile: Durch derartige Fehler kann es kommen, dass eine vermeintlich nach Vorschrift mit Dampf von 0,15 Atm. desinfizirte und bei 1,0 Atm. Druck krausgedämpfte Waare in Wirklichkeit bei einer Druckhöhe bis zu $^3/_4$ Atmosphären desinfizirt, und bei der bereits an sich schädigend wirkenden Druckhöhe von 1,5 Atm. krausgedämpft ist.

3. Unrichtiges, nämlich zu niedriges Anzeigen der innerhalb des Desinfektionsapparates entwickelten Wärme durch Thermometer mit zu niedriger Skala oder durch unzweckmässig angebrachte Thermometer.

Nachtheile: Im Verlauf der Desinfektion wird derjenige Moment, in welchem der Innenraum des Apparates ganz von Dampf von 100°C. erfüllt ist, zu spät angezeigt; noch bedeutungsvoller wird dieser Fehler, wenn man sich bei der Bemessung der Desinfektionsdauer ganz allein nach dem Thermometer richtet; in einer Spinnerei wurde die Desinfektion von dem Augenblick an, wo die Queksilbersäule des fast 2° zu niedrig anzeigenden Thermometers auf 108° stand, noch eine halbe Stunde lang fortgesetzt; dadurch war nicht nur die Desinfektionsdauer

im Ganzen erheblich über das Maass der Vorschrift hinaus verlängert, sondern es war auch ein mehrfach höherer Dampfdruck angewandt worden, als die Vorschrift für die Desinfektion fordert.

Thermometer und Manometer müssen sich gegenseitig kontroliren. Bei der Ausführung der Desinfektion bei einem Ueberdruck von 0,15 Atm. soll das an der Dampfausströmungsöffnung angebrachte Thermometer im Allgemeinen nicht höhere Temperaturen als 105° C. anzeigen. Bei der Krausedämpfung von höchstens 1 Atm. Ueberdruck soll das Thermometer bis etwa 120° C. steigen. Es ist rathsam die an den Apparaten angebrachten Thermometer nnd Manometer von Zeit zu Zeit durch Einlegen eines sicher anzeigenden Maximalthermometers in den Desinfektionsapparat während der Dämpfungen zu prüfen.

Als ein weiterer Mangel wurde 4. bemerkt: Unzureichende Beobachtung des Dampf-Apparates im Verlauf der Desinfektion. Wenn der anfänglich auf bestimmte Druckhöhen eingestellte Apparat sich eine Zeit lang selbst überlassen bleibt, so kann in Folge eintretender Steigerung des Dampfdruckes im Dampfkessel auch eine Steigerung des Dampfdruckes im Desinfektionsapparat eintreten und damit auch der Temperatur in dem Grade, dass Schädigungen des Materials zu Stande kommen.

Endlich ist 5. zu erwähnen, dass die in der Regel aus Eisen hergestellten Dämpfungscylinder meist ohne jeden Schutz der Metallwände im Freien standen, — in einem Falle auch ein Desinfektionsapparat von fast riesengrossen Dimensionen.

Nachtheile: Die durch die Aussenluft, namentlich zur Winterszeit, stark abgekühlten Metallwände veranlassen reichlichere Niederschlagsbildung und somit Feuchterwerden des Materials und grösseren Dampfverbrauch.

Bei sehr grossen Apparaten ist zu berücksichtigen, dass mit der Grösse des Apparates auch die Zeitdauer der Verdrängung der kalten Luft aus demselben wächst, und dass alsdann die am weitesten oben gelegenen Haare der Dampfeinwirkung erheblich länger ausgesetzt bleiben, als die tiefst gelegenen Haare.

Aus gleichen Gründen ist es nicht rathsam, die grossen hydraulisch gepressten amerikanischen Originalballen nach Lösung der Eisenbänder u. s. w. auf einmal zu desinfiziren, weil die Verdrängung der in den dicht gepressten Haaren enthaltenen Luft sehr lange Zeit in Anspruch nimmt; dies betrifft ganz besonders die zu unterst gelegenen Haare des Ballens, namentlich dann, wenn derselbe auf eine seiner schmalen Seiten ▯ aufgestellt ist: die Haare im unteren Theil des Ballens werden um so fester zusammengedrückt, je grösser das Gewicht der darüber liegenden Haare ist. Hydraulisch gepresste amerikanische Ballen im Ganzen würden nur bei derartiger Lagerung auf die breite Fläche, dass sie nach Lösung aller Bänder und Umschnürungen vermöge der natürlichen Elastizität der Haare nach allen Seiten hin sich von selbst aufzulockern vermögen, desinfizirt werden können. Ein solches Desinfektionsverfahren würde jedoch ganz ungewöhnlich grosse Apparate nothwendig machen, noch grössere, als der erwähnte von fast riesengrossen Dimensionen; sorgfältigst Ueberwachung der Dampf-Durchdringung des Ballens wäre dabei geboten, damit

Fortsetzung auf Seite 20.

Versuch

(Rosshaarspinnerei

Rohmaterial: Russische Rosshaare aus einem Originalballen —

R. 50 kg

bleiben nicht desinfizirt.

Zweimal gehechelt:

Gewicht der Haare . . 48,75 kg
wägbarer Abfall . . . 1,05 „ (grobe Verunreinigungen, Haarabfälle).

Der Gesammtgewichtsverlust beträgt demnach 1,25 kg,
wovon 0,20 kg Staubverlust.

Versponnen:

Gewicht der Abfälle . . . . . . 0,20 kg (grobe Verunreinigungen, Haarabfälle),
Gewicht der Haare . . . . . . 46,90 „
Gewichtsverlust beim Verspinnen . 1,45 „

(Entnahme zweier Stränge als Probe von zusammen 0,95 kg Gewicht.)

Theilung in 5 möglichst gleiche Theile, die einzelnen Stränge mussten dabei im Ganzen genommen werden.

a.[1]	b.	c.	d.	e.
Probe I Ra	Probe I Rb	Probe I Rc	Probe I Rd	Probe I Re
Gewicht 9,05 kg	Gewicht 10,0 kg	Gewicht 10,05 kg	Gewicht 8,80 kg	Gewicht 8,05 kg

45,95 kg.

Ehe die Haare Tags darauf der Krausdämpfung unterzogen wurden, zeigte sich das Gewicht in Folge von Feuchtigkeitsaufnahme um 0,40 kg erhöht, also gleich 46,35 kg.

Gedämpft:				Zur Krause eine Stunde lang mit Wasser von 80° (— 87°) C. behandelt
bei 0,5 Atmosph. 30 Minuten lang	bei 1,0 Atmosph. 30 Minuten lang	bei 1,5 Atmosph. 30 Minuten lang	bei 1,0 Atmosph. 60 Minuten lang	
Gedarrt acht und vierzig Stunden lang.				
Gewicht 8,60 kg (9,05 — 0,45 „)	Gewicht 9,50 kg (10,00 — 0,50 „)	Gewicht 9,60 kg (10,05 — 0,45 „)	Gewicht 8,40 kg (8,80 — 0,40 „)	Gewicht 7,50 kg (8,05 — 0,55 „)

43,60 kg (45,95 kg — 2,35 kg).

Hinzuzurechnen sind die entnommenen Stränge . . . 0,95 „

44,55 kg.

Gesammtverlust: 5,45 kg = 10,9 % (unmittelbar nach dem Darren, also im trockenen Zustande).

Bemerkung. Der Gesammtgewichtsverlust betrug bei den vor der Verarbeitung desinfizirten Haaren 0,5 % mehr wie bei denen der ungewaschenen Waare. Die Unterschiede der während der Verarbeitung entstandenen wägbaren (grobe Verunreinigungen, Haarabfälle) und unwägbaren Abgänge führten zu der Vermuthung, dass es sich bei den desinfizirten Haaren

[1]) Bezüglich der Proben-Bezeichnungen vergl. S. 3.

Tafel 1.

(Hierzu Tafel 1a, 1b, 1c.)

I.

zu M.)

schwarze Schweifhaare, sogenannte gesunde Waare, ungewaschen.

D. 50 kg

wurden desinfizirt

bei 0,15—0,20 Atmosphärendruck eine halbe Stunde lang, das auf die im Sack desinfizirten Haare gelegte Maximalthermometer zeigte 105° C., das mitten in die Haare eingelegte Maximalthermometer zeigte 106,5° C. — Gedarrt drei Stunden lang bei 65° C.

Zweimal gehechelt:

Gewicht der Haare . . 47,65 kg
wägbarer Abfall . . . 1,05 „ (grobe Verunreinigungen, Haarabfälle wie bei R).

Der Gesammtgewichtsverlust beträgt demnach . . . 2,35 kg,
unwägbarer Abgang (Staub, Feuchtigkeit) . . . . . 1,30 „
also 1,10 kg mehr als bei R.

Versponnen:

Gewicht der Abfälle . . . . . . 0,05 kg, also 0,15 kg weniger als bei R,
Gewicht der Haare . . . . . . 46,45 „
Gewichtsverlust beim Verspinnen . 0,70 „ also 0,75 kg weniger als bei R.

(Entnahme zweier Stränge als Probe von zusammen 0,95 kg Gewicht.)

Theilung in 5 möglichst gleiche Theile.

a.	b.	c.	d.	e.
Probe I Da	Probe I Db	Probe I Dc	Probe I Dd	Probe I De
Gewicht 9,55 kg	Gewicht 9,30 kg	Gewicht 9,20 kg	Gewicht 9,00 kg	Gewicht 8,40 kg

45,45 kg

geringerer Feuchtigkeitsgehalt als bei den Proben I Ra—e, denn als die Haare Tags darauf der Krausdämpfung unterzogen werden sollten, zeigte sich das Gewicht (in Folge von grösserer Feuchtigkeitsaufnahme) um 0,55 kg erhöht, also gleich 46,00 kg.

Gedämpft:				Zur Krause eine Stunde lang mit Wasser von 80° (—85°) C. behandelt
bei 0,5 Atmosph. 30 Minuten lang	bei 1,0 Atmosph. 30 Minuten lang	bei 1,5 Atmosph. 30 Minuten lang	bei 1,0 Atmosph. 60 Minuten lang	
Gedarrt acht und vierzig Stunden lang.				
Gewicht 9,10 kg (9,55 — 0,45 „)	Gewicht 8,95 kg (9,30 — 0,35 „)	Gewicht 8,80 kg (9,20 — 0,40 „)	Gewicht 8,60 kg (9,00 — 0,40 „)	Gewicht 7,90 kg (8,40 — 0,50 „)

43,35 kg (45,45 kg — 2,10 kg).

Hinzuzurechnen sind die entnommenen Stränge . . . 0,95 „

44,30 kg

Gesammtverlust: 5,70 kg = 11,4% (unmittelbar nach dem Darren, also im trockenen Zustande).

hauptsächlich um einen Mehrabgang von Schmutz handelte; dieser Mehrabgang konnte vorbereitet sein durch die Einwirkung des Dampfes bei der Desinfektion. Ein Kontrollversuch mit dem gleichen Material, welches jedoch auf das gründlichste gewaschen wurde, bestätigte diese Vermuthung). (Vergl. Versuchstafel 1b, ferner Versuchstafel 2.)

Festigkeitsprüfungen zu Versuch I (Tafel 1) (bei den in der

D. = Längenzunahme — Dehnung — eines 30 cm

Schwarze Schweifhaare gesunder Waare

	I Ra nicht desinfizirt, krausgedämpft bei 0,5 Atm. 30 Min. lang		I Rb nicht desinfizirt, krausgedämpft bei 1 Atm. 30 Min. lang		I Rc nicht desinfizirt, krausgedämpft bei 1,5 Atm. 30 Min. lang		I Rd nicht desinfizirt, krausgedämpft bei 1 Atm. 60 Min. lang		I Re nicht desinfizirt, Krause durch eine ständige Behandlung mit 80-87° C. mit heissem Wasser ertheilt	
	cm	g	cm	g	cm	g	cm	g	cm	g
D.	3		0,5		1,8		5,2		1,0	
B.		480		140		240		400		500
D.	1,5		0,7		1,6		0,3		0,5	
B.		350		110		220		200		250
D.	1,0		0,5		0,7		1,5		6,5	
B		350		110		200		250		500
D.	1,0		0,7		0,9		2,1		1,5	
B.		400		120		240		270		250
D.	1,0		1,4		1,2		1		3,0	
B.		240		500		220		250		470
D.	3,5		1,3		1,0		2,2		2,7	
B.		270		140		280		250		350
D.	2,5		2,0		2,2		1,3		7,5	
B.		350		340		460		230		520
D.	1,2		1,5		2,9		1,5		1,3	
B.		250		340		500		290		250
D.	3		1,0		0,8		1,3		1,0	
B.		370		370		260		310		150
D.	1,4		3,5		1,0		2,0		2,2	
B.		320		470		240		350		310
D.	3		1,9		0,9		2,3		1,5	
B.		270		320		180		360		350
D.	1,5		2,7		1,1		3,0		3,0	
B.		400		450		380		320		280
D.	1,7		2,5		1,4		1,4		6,5	
B.		400		270		320		230		210
D.	2,5		1,8		0,4		4,0		1,8	
B.		250		400		240		350		250
D.	2,2		1,2		1,5		2,0		4,0	
B.		400		200		300		270		350
D.	1,8		0,9		0,6		0,9		0,6	
B.		350		180		200		210		200
D.	3,0		0,8		1,4		2,0		1,0	
B.		450		110		280		320		260
D.	1,2		2,2		1,0		1,9		0,8	
B.		200		350		400		320		200
D.	2,0		2,5		2,5		0,7		1,0	
B.		350		370		310		190		280
D.	1,0		2,2		0,6		1,0		1,0	
B.		370		400		180		210		300
Schwankung:	1,0-3,5 cm	240-480 g	0,5-2,5 cm	110-500 g	0,6-2,9 cm	180-500 g	0,3-5,2 cm	190-400 g	0,6-7,5 cm	150-520 g
Durchschnitt:	**1,95** cm	**341 g**	**1,59** cm	**284,5** g	**1,28** cm	**282,5** g	**1,88** cm	**279** g	**2,42** cm	**311,5** g

Nicht desinfizirt R b 1,59 cm, 284,5 g — Krause (1 Atm 30 Min. lang)

R d 1,88 cm, 279 g (1 Atm. 60 Min. lang)

R b + R d = 3,47 cm, : 2 = 1,73 cm D.

563,5 g : 2 = 281,7 g B

(Die Festigkeitsprüfungen sind von einem gewandten Laboratoriumsdiener, der über die Bewandtniss der einzelnen Proben nicht unterrichtet war, mittelst eines Patentfestigkeitsprüfers der Firma L. Sch. zu Leipzig unter Aufsicht ausgeführt worden.)

Bemerkung. Die Längenzunahme der Haare bis zur Reissbelastung zeigte ebenso, wie die letztere, innerhalb der einzelnen Haarproben erheblichere Schwankungen, so dass geringen Unterschieden in den Durchschnittszahlen eine wesentliche

Tafel 1 a.

Rosshaarspinnerei H. bei M. fertig gestellten Haarproben).

langen Haarstückes bei der Reissbelastung = B.

russischer Herkunft, ungewaschen.

I D a desinfizirt, krausgedämpft, wie I R a		I D b desinfizirt, krausgedämpft wie I R b		I D c desinfizirt, krausgedämpft wie I R c		I D d desinfizirt, krausgedämpft wie I R d		I D e desinfizirt, Krause mittelst Heisswasserbehandlung wie bei I R e ertheilt		
cm	g	cm	g	cm	g	cm	g	cm	g	
1,2	360	1,8	200	0,4	220	1,0	300	2,0	440	D. B.
0,8	320	0,6	300	0,6	220	1,2	330	1,0	350	D. B.
3,2	240	6,5	350	2,4	300	1,0	340	0,6	300	D. B.
1,4	320	0,7	200	1,0	240	1,2	470	1,2	220	D. B.
0,8	300	2,0	410	1,0	360	0,3	170	9,0	650	D. B.
1,6	400	0,5	200	0,8	260	1,8	260	3,0	450	D. B.
3,8	340	2,1	300	0,8	300	0,5	150	1,5	220	D. B.
1,3	360	1,5	400	1,0	480	6,7	350	1,5	200	D. B.
1,1	250	1,2	300	0,9	200	0,9	310	1,5	250	D. B.
0,9	220	2,0	270	0,8	240	0,9	280	1,0	200	D. B.
2,1	300	0,5	150	1,4	260	1,2	340	1,8	500	D. B.
1,5	320	1,0	270	0,8	320	5,0	420	1,0	200	D. B.
3,0	340	0,5	220	1,2	240	1,4	220	9,0	680	D. B.
1,0	340	1,0	150	1,0	220	1,6	270	1,5	270	D. B.
0,8	200	2,0	540	2,0	160	2,4	300	6,5	370	D B.
2,9	320	1,2	350	0,4	200	1,2	360	1,5	280	D. B.
4,6	280	1,0	260	1,2	480	0,8	190	5,8	480	D. B.
0,6	240	3,0	400	2,4	280	1,6	420	0,6	220	D. B.
1,6	320	2,5	270	1,0	200	0,9	400	5,0	420	D B.
0,5	180	2,2	320	0,8	400	1,2	370	2,2	380	D. B.
0,5-4,6 cm	180-400 g	0,5-6,5 cm	150-540 g	0,4-2,4 cm	160-480 g	0,3-6,7 cm	150-470 g	0,6-9,0 cm	200-680 g	
1,74 cm	**297,5** g	**1,69** cm	**293** g	**1,09** cm	**279** g	**1,64** cm	**318** g	**2,86** cm	**354** g	

Krause

Desinfizirt D b 1,69 cm, 293 g (1 Atm. 30 Min. lang)

D d 1,64 cm, 318 g (1 Atm. 60 Min. lang)

Db + Dd = 3,33 cm, : 2 = 1,66 cm D.

606 g : 2 = 303 g B.

Bedeutung nicht beigemessen werden kann. Die beiden vor der Verarbeitung (30 bezw. 60 Min. lang) nicht desinfizirten und zum Schluss mit Wasserdampf von 1 Atm. Druck krausgedämpften Haarproben I R b und I R d ergaben zusammen aus 40 geprüften Haaren eine durchschnittliche Längenzunahme von 1,73 cm (auf 30 cm Länge) bei einer durchschnittlichen Reissbelastung von 281,7 g; die vor der Verarbeitung desinfizirten Parallelproben I D b und I D d ergaben unter im Uebrigen gleichen Verhältnissen eine durchschnittliche Längenzunahme von 1,66 cm bei 303 g Reissbelastung. Die Unterschiede sind so gering (bei den desinfizirten Haaren ist die Reissbelastung etwas grösser, die Längenzunahme um Weniges kleiner), dass aus denselben Schlussfolgerungen zum Nachtheil der desinfizirten Haarproben nicht zu ziehen sind.

Tafel 1b.

Russische schwarze Schweifhaare aus demselben Originalballen wie die zum Versuch I (Tafel 1) benutzten Haare.

I R. 15 kg roh und ungewaschen, nicht desinfizirt.	I D. 15 kg roh und ungewaschen, desinfizirt mit 0,15—0,20 Atmosphären, eine halbe Stunde.

Mit warmem Wasser in besonderen Behältern gründlich gewaschen und getrennt getrocknet auf der Darre bei etwa 60° C. vierundzwanzig Stunden lang:

Gewicht: **18,125** kg.	Gewicht: **18,125** kg.

Zweimal gehechelt und alsdann versponnen:

Gewicht: 12,8 kg.	Gewicht: 12,9 kg.

Bemerkung. Aus den vorstehenden Gewichten ergiebt sich, dass die gleichen Gewichtsmengen des ungewaschenen Rosshaarrohmaterials nach gründlicher Wäsche durch die weitere Verarbeitung unabhängig davon, ob vor dem Waschen eine Desinfektion stattgefunden hat oder nicht, gleiche Gewichtsverluste erlitten haben.

Tafel 1c.

Qualitätsprüfung

der in der Rosshaarspinnerei von H. zu M. (Versuchstafel 1) fertig gestellten Proben.

Es wurden zunächst je drei Proben neben einander jedem der bei der Qualitätsprüfung betheiligten Herren besonders vorgelegt zur Abgabe eines Urtheils, welche von diesen drei Proben die beste, die wenigst gute und als die zwischen beiden stehende Qualität zu bezeichnen sein würde. In den nachfolgenden Tafeln sind letztere Proben mit zwei Kreuzen, die bestbefundenen mit drei Kreuzen, die am wenigsten guten mit einem Kreuz bezeichnet. Alsdann ist jeder der Herren um sein Urtheil befragt worden, welche von allen der vorgelegten Proben er der Qualität nach für die beste fertige Waare halten würde.

Russische Rosshaare aus einem Originalballen, schwarze Schweifhaare.

1.

Herr:	I Ra ungewaschen, nicht desinfizirt, krausgedämpft mit 0,5 Atmosphären 30 Minuten	I Da ungewaschen, desinfizirt, krausgedämpft mit 0,5 Atmosphären 30 Minuten	I Db ungewaschen, desinfizirt, krausgedämpft mit 1,0 Atmosphäre 30 Minuten	Bemerkungen
F. s.	+	+ + +	+ +	I Ra wurde für desinfizirt gehalten.
A.	+ +	+ + +	+	
J.	+ +	+ + +	+	I Da für nicht desinfizirt.
K.	+	+ +	+ + +	

Demnach wurde durchschnittlich die aus desinfizirtem Rohmaterial hergestellte Probe I Da als die beste, die nicht desinfizirten Haare I Ra als die wenigst gute, die desinfizirten Haare I Db von einem Herrn als die beste, von den drei anderen als weniger gute Waare beurtheilt, — ferner I Ra als die desinfizirte, I Da als nicht desinfizirt angesehen.

2.

Herr:	I Rb ungewaschen, nicht desinfizirt, krausgedämpft mit 1 Atmosphäre 30 Minuten	I Db ungewaschen, desinfizirt, krausgedämpft mit 1 Atmosphäre 30 Minuten	I Dd ungewaschen, desinfizirt, krausgedämpft mit 1 Atmosphäre 60 Minuten	Bemerkungen
F. s.	+	+ +	+ + +	—
A.	+ +	+	+ + +	
J.	+ +	+	+ + +	
K.	+ +	+ +	+ + +	

Das aus desinfizirtem Rohmaterial hergestellte, bei 1 Atm. 60 Minuten lang krausgedämpfte Krollhaar (I Dd) wurde als die beste Waare beurtheilt.

Russische Rosshaare aus einem Originalballen, schwarze Schweifhaare.

3.

Herr:	I Rd ungewaschen, nicht desinfizirt, kraus gedämpft mit 1 Atmosphäre 60 Minuten	I Re ungewaschen, nicht desinfizirt, zur Krause mit heissem Wasser von 80—87° C. behandelt	I De ungewaschen, desinfizirt, zur Krause eine Stunde lang mit Wasser von 80—89° C. behandelt	Bemerkungen
F. s.	+ + +	+	+ +	Die Probe I De wurde für die beste Waare von sämmtlichen Proben erachtet.
A.	+ +	+ +	+ + +	
J.	+ +	+	+ + +	

4. Die mit $1^1/_2$ Atmosphären Druck krausgedämpften Proben I Rc und I Dc wurden in gleicher Weise als minderwerthig wegen zu leichter Zerreisslichkeit der Haare befunden: I Rc war nicht desinfizirt, I Dc war desinfizirt.

5. Auf die Frage, welche von den geprüften Proben der Qualität nach als am besten erachtet würde, erklärten drei Herren die Probe I De (desinfizirt, zur Krause eine Stunde lang mit Wasser von 80—89° C. behandelt) für die beste Probe; ein Herr entschied sich für I Rd (nicht desinfizirt, krausgedämpft mit 1 Atmosphäre 60 Minuten) als beste; zwischen I Rd (nicht desinfizirt) und I Dd (desinfizirt) wurde ein Unterschied nicht gefunden; drei Herren hielten sogar die desinfizirte Probe für diejenige, die nicht desinfizirt war, und entsprechend I Rd für die desinfizirte. Nur ein Herr traf das Richtige. Hervorzuheben ist, dass die Krausdämpfung bei diesen Proben die in dem Rosshaarmaterial übliche (1 Atmosphäre 1 Stunde) war.

Tafel 2.

(Hierzu Tafel 2 a, 2 b).

Versuch II.

(Rosshaarspinnerei A zu K).

Amerikanische Rosshaare aus hydraulisch gepressten Originalballen, Mähnen und Schweife gemischt, **Gewichts**-Prüfungen:

R 20 kg nicht desinfizirt		D 20 kg desinfizirt (Dampfdesinfektionsapparat mit Dampfeinströmung oben, Dampfabführung unten, eine halbe Stunde der Einwirkung von Wasserdampf unter 0,15—0,20 Atmosphären Druck; das eingelegte Kontrollmaximalthermometer zeigte beim Herausnehmen 107° C.)	
U. 10 kg ungewaschen	G. 10 kg gewaschen (in üblicher Weise wenig gründlich)	U. 10 kg ungewaschen desinfizirt	G. 10 kg nach der Desinfektion gewaschen (in üblicher Weise wenig gründlich)
Gew. 10 kg	gedarrt Gew. 8,765 kg	gedarrt Gewicht 9,205 kg	gedarrt Gewicht 8,76 kg
Alle vier Proben II RU, II RG, II DU. II DG je zweimal gehechelt und versponnen.			
Gew. —	Gew. 8,47 kg	Gew. 8,70 kg	Gew. 8,27 kg

Krausgedämpft mit einer Atmosphäre Druck und 40 bezw. 60 Min. Dauer nach Theilung jeder Probe in zwei Hälften; dieselben liessen sich, da die fertig gesponnenen Stränge nicht getheilt werden konnten, bei den einzelnen Proben nicht von ganz gleichem Gewicht abwiegen. Die eingetragenen Gewichte sind sämmtlich Nettogewichte, gewonnen durch Abzug gleicher Taragewichte — für Hölzchen und Bindfaden — von den ermittelten Bruttogewichten.

a Probe II R U a	b Probe II R U b	a Probe II R G a	b Probe II R G b	a Probe II D U a	b Probe II D U b	a Probe II D G a	b Probe II D G b
Gew. 4,85 kg	Gew. 4,20 kg	Gew. 4,45 kg	Gew. 4,30 kg	Gew. 4,43 kg	Gew. 4,44 kg	Gew. 4,00 kg	Gew. 4,53 kg
9,05 kg		8,75 kg		8,87 kg		8,53 kg	
krausgedämpft		krausgedämpft		krausgedämpft		krausgedämpft	
1 Atm. 40 Min. lang	1 Atm. 60 Min. lang	1 Atm. 40 Min. lang	1 Atm. 60 Min. lang	1 Atm. 40 Min. lang	1 Atm. 60 Min. lang	1 Atm. 40 Min. lang	1 Atm. 60 Min. lang
gedarrt bei 60°—65° C. fünf und eine halbe Stunde lang.							
Gew. 4,28 kg	Gew. 3,68 kg	Gew. 4,13 kg	Gew. 3,98 kg	Gew. 4,08 kg	Gew. 4,08 kg	Gew. 3,73 kg	Gew. 4,18 kg
7,96 kg		8,11 kg		8,16 kg		7,91 kg	
16,07 kg (in völlig trockenem Zustande)				16,07 kg (in völlig trockenem Zustande)			

Tafel 2a.

Elastizitäts-Prüfung:

Längenzunahme eines 10 cm langen Haarstückes bis zum Reissen:

	0,5 cm	1,4 cm	0,5 cm	1,2 cm	0,5 cm	0,8+5 cm	1,8 cm	1,4 cm
	1,3 „	1,2 „	2,5 „	0,8 „	0,5 „	3,2 „	2,0 „	0,8 „
	1,0 „	1,0 „	1,0 „	1,9 „	0,8 „	0,3 „	0,6 „	0,4 „
	0,5 „	0,7 „	1,0 „	2,2 „	0,5 „	0,4 „	1,1 „	1,6 „
	1,9 „	0,7 „	1,2 „	2,1 „	1,5 „	0,6 „	2,3 „	1,1 „
	2,0 „	3,0 „	1,8 „	0,9 „	0,7 „	0,7 „	1,0 „	1,4 „
	1,5 „	2,7 „	0,7 „	0,7 „	0,4 „	0,7 „	0,8 „	0,6 „
	1,2 „	0,7 „	1,0 „	0,5 „	0,8 „	0,6 „	1,0 „	0,4 „
	0,8 „	0,6 „	0,8 „	0,4 „	1,5 „	1,1 „	0,9 „	1,0 „
	1,0 „	0,9 „	0,5 „	0,5 „	1,8 „	0,9 „	1,2 „	0,5 „
	0,6 „	0,8 „	0,9 „	0,9 „	1,2 „	0,3 „	0,7 „	2,1 „
	0,4 „	0,4 „	1,4 „	0,6 „	0,5 „	0,7 „	0,9 „	0,5 „
	1,5 „	0,5 „	0,5 „	1,1 „	1,4 „	1,0 „	0,9 „	0,4 „
	0,7 „	0,9 „	0,4 „	0,6 „	0,5 „	1,4 „	0,3 „	0,5 „
	0,3 „	0,7 „	0,7 „	1,2 „	0,6 „	0,5 „	1,2 „	1,2 „
	1,0 „	0,8 „	1,1 „	1,1 „	0,8 „	0,8 „	1,3 „	0,7 „
	1,5 „	1,5 „	1,1 „	0,4 „	0,5 „	0,6 „	0,5 „	1,1 „
	0,4 „	0,5 „	0,9 „	0,6 „	1,5 „	1,5 „	0,6 „	0,6 „
	0,8 „	1,8 „	0,4 „	0,5 „	2,1 „	2,3 „	1,7 „	0,8 „
	0,7 „	0,5 „	0,6 „	0,6 „	0,5 „	0,7 „	1,0 „	0,4 „
			1,5 „					
Durchschnitt	= 0,98 cm	= 1,07 cm	= 0,97 cm	= 0,97 cm	= 0,92 cm	= 0,93 cm	= 1,09 cm	= 0,88 cm
	1,025 cm		0,97 cm		0,925 cm		0,985 cm	
	Durchschnitt von 80 Haaren, die zur Hälfte 40 Minuten, zur anderen Hälfte 60 Minuten lang bei 1 Atmosphäre Druck krausgedämpft und vor der Verarbeitung nicht desinfizirt waren: = 0,998 cm				Durchschnitt von 80 Haaren, die zur Hälfte 40 Minuten, zur anderen Hälfte 60 Minuten lang bei 1 Atmosphäre Druck krausgedämpft und vor der Verarbeitung desinfizirt worden waren: = 0,956 cm			

Bemerkungen: 1. Die Schlussgewichte des fertig verarbeiteteten Materials gleicher Ausgangsgewichte waren bei den den desinfizirten und nicht desinfizirten Haaren gleich (vergleiche hierzu das Ergebniss des an Ochsenhaaren ausgeführten Versuchs auf Versuchstafel 3).

2. Die Dehnbarkeit der desinfizirten Haare betrug bei 10 cm langen Stücken im Durchschnitt nur 0,042 cm weniger als diejenige der nicht desinfizirten Haare, d. i. ein sinnlich nicht wahrnehmbarer Unterschied (vergl. Tafel 1a, Ergebniss der Festigkeitsprüfungen) und das Ergebniss der durch die Sachverständigen vorgenommenen Qualitätsprüfungen auf Tafel 2a.

Vorstehender Versuch hat im Wesentlichen ein gleiches Ergebniss gehabt, wie die in der Rosshaarspinnerei H. zu M. durchgeführten Versuche auf Tafel 1a.

Tafel 2b.

Qualitätsprüfung

der in der Rosshaarspinnerei von A. zu K. fertig gestellten Proben. **Amerikanische Rosshaare** aus hydraulisch gepressten Originalballen, Mähnen und Schweife gemischt.

Prüfungsweise wie auf Versuchstafel 1a.

1.

Herr:	II R⊕b nicht desinfizirt, gewaschen, krausgedämpft 1 Atm. 60 Minuten	II D⊕b desinfizirt, gewaschen, krausgedämpft 1 Atm. 60 Minuten	II D⊕a desinfizirt, gewaschen, krausgedämpft 1 Atm. 40 Minuten	Bemerkungen
A.	+ + +	+ +	+	hält II D⊕b für die reinste, II R⊕b für gleichwerthig, aber unreiner, II D⊕a für weniger gut.
J.	+ + +	+ +	+	desgl.
K.	+ +	+ + +	+	desgl.
F. j.	+	+ +	+ + +	hält II R⊕b für länger als II D⊕b, letztere Probe jedoch für kräftiger.
F. s.	+	+ +	+ + + („hat nicht gelitten“)	II D⊕a ziemlich gleich mit II R⊕b; vielleicht etwas kürzer.

2.

Herr:	II RUa ungewaschen, nicht desinfizirt, gedämpft bei 1 Atm. 40 Minuten	II RUb ungewaschen, nicht desinfizirt, gedämpft 1 Atm. 60 Minuten	II DUa ungewaschen, desinfizirt, gedämpft 1 Atm. 40 Minuten	II DUb ungewaschen, desinfizirt, gedämpft 1 Atm. 60 Minuten	II R⊕a gewaschen, nicht desinfizirt, gedämpft 1 Atm. 40 Minuten
A.	+ + +	+ + +	+	+ +	+
J.	+ + + (reiner als I RUb)	+ +	+	+ +	+
K.	+ + +	+ + +	+	+ +	+
F. j.	+ + +	+ + (länger)	+	+ +	+

A. hält II RUa und II RUb am besten; K. und Fj. II AUa am besten. Herr J. II AUb; die desinfizirten Haare wurden als etwas kürzer als die nicht desinfizirten bezeichnet. Die Herren hatten Gelegenheit, sich gegenseitig über diese Proben zu orientiren und ihre Urtheile auszutauschen.

3. Schliesslich wurden die ungewaschenen Proben II RUa, II RUb (welche nicht desinfizirt worden und einer Krausdämpfung von 40 bezw. 60 Minuten Dauer bei 1 Atmosphäre Dampfdruck ausgesetzt gewesen waren), überhaupt als die besten Proben bezeichnet, besser, als die entsprechenden aus gereinigtem Material hergestellten Proben II R⊕a und II R⊕b; demnächst wurden als die besten bezeichnet: Die gewaschenen und 60 Minuten lang krausgedämpften Proben II D⊕b und II R⊕b; die erstere war aus desinfizirtem, die zweite aus nicht desinfizirtem Material hergestellt worden. Auch die gewaschene und 40 Minuten lang krausgedämpfte vorher desinfizirte Probe II D⊕a wurde für ziemlich gleich mit II R⊕b, theils für weniger gut erachtet. Endlich sind als die wenigst guten Proben erachtet worden: Die gewaschene Probe der 40 Min. lang krausgedämpften, nicht desinfizirten Haare II R⊕a, sowie die gewaschene, ebenfalls nur 40 Minuten lang krausgedämpfte, desinfizirte Probe II DUa.

Tafel 3.

Schwarze fabrikmässig gewaschene rohe russische Ochsenhaare.

(Rosshaarspinnerei F. zu K.)

III R. 10 bleiben undesinfizirt.	III D. 10 kg werden nach Vorschrift mittelst Wasserdampfes desinfizirt und alsdann auf der Darre getrocknet (zwanzig Stunden) Gew.: 8,70 kg (hauptsächlich Feuchtigkeitsverlust)
Dreimalige Hechelung, alsdann Verspinnung:	
Gew.: 9,85 kg (höherer Feuchtigkeitsgehalt, weil nicht gedarrt).	Gew.: 8,35 kg (geringerer Feuchtigkeitsgehalt in Folge des Darrens)
Krausdämpfung bei einer Atmosphäre Druck eine Stunde lang, Darren über Nacht bei 60°—65° C.	
Gew.: 8,35 kg.	Gew.: 8,30 kg.

Bemerkung. Der geringe Gewichtsunterschied von 0,05 kg = 0,5 % Mindergewicht bei desinfizirten und fertig verarbeiteten Haaren im Vergleich zu den nicht desinfizirten lässt sich einmal darauf zurückführen, dass es sich um fabrikmässig gewaschene, also nicht in dem Maasse gereinigte Haare handelte, wie es die in M. — Niederfreimann in Versuch II unter D bezeichnete Waare nach erfolgter Reinigung war, — eine Vermuthung, welche durch den Umstand gestützt wird, dass die Staubentwickelung beim Hecheln und Verspinnen dieser Waare immer noch eine erhebliche war;

ferner darauf, dass der Feuchtigkeitsgehalt der nur einmal gedarrten nicht desinfizirten Probe R im Vergleich zu der weimal gedarrten desinfizirten Probe D noch nicht ganz ausgeglichen war.

Fortsetzung von S. 11.

nicht etwa einzelne (vielleicht an der Selbstauflockerung gehinderte) Theile des Ballens nur unzureichend vom Dampfe getroffen werden. Es ist demnach zu empfehlen, die hydraulisch gepressten amerikanischen Ballen unter möglichster Unterstützung der Selbstlockerung in etwa drei Theilen zu desinfiziren und zwar in Apparaten, die nicht grösser sind, als für Aufnahme eines russischen (gestopften) Ballens gewöhnlicher Grösse.

Möchten die in dem vorstehenden Berichte enthaltenen Ausführungen dazu beitragen, dass die in der Bekanntmachung vom 28. Januar 1899 vorgeschriebene Desinfektion des Rohmaterials mittelst halbstündiger Einwirkung von gesättigtem Wasserdampf unter 0,15 Atm. Ueberdruck in den Kreisen nicht nur der Rosshaarspinner, sondern auch der Bürsten- und Pinselfabrikanten mehr und mehr Vertrauen findet. Dies würde dem von der Gesetzgebung erstrebten gesundheitlichen Schutz der Arbeiter in den Rosshaarspinnereien u. s. w. um so förderlicher sein, als gerade die Dampfdesinfektion gegenüber dem mit einer höheren Widerstandsfähigkeit ausgestatteten Erreger des Milzbrandes sich als zuverlässigstes Desinfektionsverfahren bewährt hat.

Die Zersetzung der Nitrate und der Nitrite durch die Bakterien.

(Ein Beitrag zum Kreislauf des Stickstoffs in der Natur.)

Von

Dr. Albert Maassen,

technischem Hülfsarbeiter im Kaiserlichen Gesundheitsamte.

Für die Ernährung der Pflanzen und Thiere kommt nächst dem Kohlenstoff dem Stickstoff eine wesentliche Bedeutung zu.

Der Stickstoff wird von den Thieren in Form bestimmter organischer stickstoffhaltiger Verbindungen, „den Proteïnstoffen", von den Pflanzen hingegen vornehmlich in der Form einfacher, anorganischer Verbindungen der Salpetersäure „den Nitraten" (Boussingault, Comptes rend., 1859, T. 48, pag. 307) zum Aufbau und zum Ersatz der Leibessubstanz benutzt. Die Nitrate haben bei den Pflanzen für die Stickstoffassimilation dieselbe Wichtigkeit, wie die Kohlensäure für die Kohlenstoffassimilation.

Die Lieferanten dieser Bausteine des Pflanzenkörpers sind die Bakterien, welche die organischen stickstoffhaltigen Körper bis zu jenen einfachen Verbindungen umwandeln. Die Bakterien sind demzufolge auch Vermittler des Kreislaufs dieser Elemente in der Natur.

Während wir über den Kreislauf des Kohlenstoffs genau unterrichtet sind, zeigen unsere Kenntnisse vom Kreislauf des Stickstoffs noch manche Lücken.

Die für die Landwirthschaft so wichtigen Fragen, ob und unter welchen Verhältnissen bei der Fäulniss stickstoffhaltiger organischer Substanzen Verluste an Stickstoff eintreten, und wie derartige Verluste vermieden werden können, sind von den einzelnen Forschern recht verschieden beantwortet und trotz vielfachen und eingehenden Untersuchungen bis jetzt noch nicht in befriedigender Weise gelöst worden.

Auf Grund der Arbeiten von J. Reiset[1]), G. Ville[2]), von Lawes, Gilbert

---

[1]) J. Reiset, Expériences sur la putréfaction et sur la formation des fumieres, Comptes rend., 1856, T. 42, pag. 53.

[2]) Georges Ville, A quel état l'azote que les plantes tirent de l'air est-il absorbé par elles?, ibid., 1856, T. 43, pag. 145.

und Pugh[1]), Koenig und Kiesow[2]), E. Dietzell[3]) war man lange Zeit der Ansicht, dass bei der Fäulniss und Verwesung stickstoffhaltiger organischer Substanzen regelmässig freier Stickstoff entstehe. Durch die Untersuchungen von Hoppe-Seyler[4]), Ehrenberg[5]), Tacke[6]), Kellner und Yoshii[7]), Nencki[8]), Kerry[9]), Bovet[10]), Schlösing[11]), Immendorff[12]) u. A.[13]) wurde indessen nachgewiesen, dass für gewöhnlich sowohl bei der unter Luftabschluss als auch bei der unter Luftzutritt stattfindenden Fäulniss Stickstoff nicht entwickelt wird.

Ehrenberg, Kellner und Yoshii sowie besonders Tacke haben durch eingehende und genaue Versuche sicher gestellt, dass die Bildung von freiem Stickstoft jedesmal dann erfolgt, wenn die Fäulniss in Gegenwart von Nitraten oder Nitriten stattfindet.

---

[1]) J. B. Lawes, J. H. Gilbert and E. Pugh, On the sources of the nitrogen of vegetation; with special reference to the question whether plants assimilate free or uncombined nitrogen, Philosophical Transactions of the Royal Society of London, 1861, Vol. 151, pag. 497.

[2]) J. Koenig und J. Kiesow, Landwirthschaftl. Jahrb., 1873, Bd. 2, S. 107 und J. Koenig, Der Kreislauf des Stickstoffs, Münster, 1878, S. 19; vergl. auch J. Koenig, Wie kann der Landwirth den Stickstoffvorrath in seiner Wirthschaft erhalten und vermehren, Berlin, 1893.

[3]) E. Dietzell, Zeitschrift des Landwirthschaftl. Vereins in Bayern, 1882, Märzheft. — Derselbe, Ueber die Entbindung von freiem Stickstoff bei der Fäulniss, Berichte der Deutschen chem. Gesellsch., 1882, Bd. 15, S. 551.

[4]) F. Hoppe-Seyler, Ueber die Gährung der Cellulose mit Bildung von Methan und Kohlensäure, Zeitschr. für physiol. Chemie, 1886, Bd. 10, S. 424.

[5]) Alex. Ehrenberg, Experimentaluntersuchungen über die Frage nach dem Freiwerden von gasförmigem Stickstoff bei Fäulnissprozessen, Zeitschr. für physiol. Chemie, 1887, Bd. 11, S. 145 und 438, ferner ibid. Bd. 12, S. 145.

[6]) Br. Tacke, Ueber die Entwicklung von Stickstoff bei Fäulniss, Landwirthschaftl. Jahrbücher, 1887, Bd. XVI, S. 917. — Derselbe, Ueber den Stickstoffverlust bei der Nitrifikation und den Stickstoffgewinn im vegetationsfreien Erdboden, ibid., 1889, Bd. XVIII, S. 439.

[7]) O. Kellner (Ref.) und T. Yoshii, Ueber die Entbindung freien Stickstoffs bei der Fäulniss und Nitrifikation, Zeitschr. für physiol. Chemie, 1888, Bd. 12, S. 95.

[8]) M. v. Nencki, Sitzungsberichte der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien, 1889, XCVIII, II.

[9]) R. Kerry, ibid., 1898, XCVIII, III.

[10]) v. Bovet, Des gaz produits par la fermentation anaërobienne, Annal. de micrographie, 1889—1890, pag. 322.

[11]) Th. Schlösing, Sur la fermentation forménique du fumier, Compt. rend., 1889, T. CIX, pag. 835.

[12]) H. Immendorff, Beiträge zur Lösung der „Stickstofffrage", Landwirthschaftl. Jahrbücher, 1892, Bd. 21, S. 281. — Immendorff ist der Ansicht, dass durch Fäulniss bei Luftabschluss oder bei begrenzter Sauerstoffzufuhr Stickstoff nicht in Freiheit gesetzt werde; er glaubt jedoch, dass bei sehr regem Sauerstoffzutritt mit dem Verwesungsprozesse durch Freiwerden von Stickstoff Stickstoffverluste verbunden sein können, ohne dass sich diese auf die Bildung oder Reduktion von Stickstoffsäuren zurückführen lassen. Ausserdem hält er die Annahme, welche Tacke auf Grund seiner Versuche vertritt, dass nämlich bei der Oxydation des Ammoniaks zu Salpetersäure durch die Nitrifikationsbakterien Stickstoff in Freiheit gesetzt werden könne, für noch nicht erwiesen.

[13]) Hierher gehören auch die Untersuchungen von G. Hüfner (Ueber die Möglichkeit der Ausscheidung von freiem Stickgas bei der Verwesung stickstoffhaltiger organischer Materie, Journal für praktische Chemie, 1876, Bd. 13, S. 292), durch die festgestellt wurde, dass bei der künstlichen Oxydation organischer stickstoffhaltiger Körper (durch Einwirkung von Wasser und Sauerstoft auf Fibrin) gasförmiger Stickstoff nicht entsteht.

Der Erste, welcher den Einfluss der Nitrate auf die Entbindung von freiem Stickstoff bei der Fäulniss erkannte, war Schlösing[1]).

Er stellte im Jahre 1868 fest, dass bei der in Gegenwart von Salpeter sich abspielenden Fäulniss bestimmter organischer Substanzen neben Stickstoffoxydul und Stickstoffoxyd freier Stickstoff entbunden wurde. Fünf Jahre später (1873) beobachtete er[2]), dass im Erdboden unter gewissen Bedingungen (bei Sauerstoffabwesenheit) eine Reduktion der Nitrate unter Bildung von Ammoniak und freiem Stickstoff eintritt.

Die Zersetzung der Nitrate und die Entbindung von freiem Stickstoff bei den Umsetzungen im Erdboden und bei der Fäulniss führten manche Forscher auf rein chemische Vorgänge zurück. Gayon und Dupetit, sowie unabhängig von ihnen Dehérain und Maquenne suchten indessen schon frühzeitig nachzuweisen, dass diese Reduktionen durch die Lebensthätigkeit bestimmter Mikroorganismen verursacht werden.

Gayon und Dupetit[3]) benutzten (1882) zu ihren Versuchen Kanalwasser, dem sie Salpeter, neutralisirte Hühnerbrühe und faulenden Urin zugefügt hatten. Die in dieser Flüssigkeit sich entwickelnden Mikroorganismen zersetzten bis zu 5 % Salpeter unter Freiwerden von Stickstoff. In demselben Jahre fanden Dehérain und Maquenne[4]), dass Ackererde, der Salpeter und Zucker zugefügt worden war, eine Reduktion des Salpeters bewirkte, wobei neben Stickstoffoxydul freier Stickstoff gebildet wurde. Da bei diesen Reduktionsvorgängen auch Buttersäure und geringe Mengen Aethylalkohol entstanden, so glaubten die beiden Forscher, dass die Zersetzung des Salpeters durch einen nascirenden Wasserstoff bildenden, anaëroben Buttersäurebazillus veranlasst werde. Gayon und Dupetit[5]) wiederholten die Versuche von Dehérain und Maquenne. Sie kamen dabei zu dem Ergebniss, dass nicht der „Bacillus amylobacter", sondern zwei von ihnen aus dem Erdboden gezüchtete Bakterienarten: „Bacillus denitrificans α und β" die Zerstörung der Nitrate bewirken, indem diese aërob und anaërob wachsenden Bakterien bei Luftabschluss den Sauerstoff des Salpeters verbrauchen. Der Bac. denitrificans α zersetzte dabei soviel Nitrat, als ihm geboten wurde und erzeugte daraus Stickstoffoxyd und freien Stickstoff, während die mit β bezeichnete Art nicht so kräftig reduzirte und neben Nitrit freien Stickstoff bildete.

Ferner fanden E. Giltay und J. H. Aberson[6]) nicht nur in der Erde, sondern auch im Wasser und in der Luft einen Bazillus, der die Nitrate bis zum Stickstoff zerlegte. Bald darauf stellte E. Bréal[7]) fest, dass auf der Oberfläche mancher

---

[1]) Th. Schlösing, Sur la décomposition des nitrates pendant les fermentations, Compt. rend., 1868, T. 66, pag. 237.

[2]) Th. Schlösing, Étude de la nitrification dans les sols, ibid., 1875, T. 77, pag. 203 und 353.

[3]) Gayon et Dupetit, Sur la fermentation des nitrates, Compt. rend., 1882, T. 95, pag. 644.

[4]) Dehérain et Maquenne, Sur la réduction des nitrates dans la terre arable, Compt. rend., 1882, T. 95, pag. 691, 732 und 854.

[5]) Gayon et Dupetit, Recherches sur la réduction des nitrates par les infiminents petits, Nancy, 1886, Berger-Levrault; Annales de la science agron., L. Grandeau, Paris 1886, pag. 256.

[6]) E. Giltay et J. H. Aberson, Recherches sur un mode de dénitrification et sur le schizomycète qui la produit, Archives néerland., T. XXV, 1891, pag. 341.

[7]) E. Bréal, De la présence dans la paille d'un ferment aërobie, réducteur des nitrates, Compt. rend., T. CXIV, 1892, pag. 681; Annal. agron. T. XVIII, Nr. 4, pag. 181.

vegetabilischer Substanzen: Stroh, Luzernenheu, Maisölkuchen ein „aërobes Ferment" haftet, das stark denitrifizirende Eigenschaften besitzt. Einige Zeit nachher machte P. Wagner[1]) die Beobachtung, dass der frische Thierkoth zersetzend auf Nitrate einwirkt und den Salpeterstickstoff zu freiem Stickstoff reduzirt, und dass die salpeterzersetzende Kraft des Thierkothes durch Zusatz von frischem Getreidestroh sehr bedeutend gesteigert wird. Er fand ferner, dass die Fähigkeit der Salpeterzersetzung nicht nur dem frischen Thierkothe, sondern auch dem Stallmiste eigen ist und ihre Ursache in der Lebensthätigkeit der darin enthaltenen Bakterien hat.

Durch die Wagner'schen Befunde wurden manche bis dahin unaufgeklärte Thatsachen dem Verständniss näher gerückt; namentlich schien durch sie eine Erklärung für die häufig beobachtete schlechte Ausnutzung und Wirkung des Stickstoffs im Stallmist und in anderen stickstoffhaltigen Düngermitteln gegeben zu sein.

Die Wagner'schen Arbeiten regten eine grosse Anzahl von Forschern an, sich mit dieser Frage zu beschäftigen und wirkten daher in vieler Hinsicht befruchtend auf die landwirthschaftliche Wissenschaft. Sie waren auch hauptsächlich die Veranlassung, dass viele salpeterzerstörende Bakterien gezüchtet und auf ihre biologisch-chemischen Eigenschaften untersucht wurden.

Ueber die Bedeutung der denitrifizirenden Bakterien sind die Meinungen noch getheilt. Während die Mehrzahl der Untersucher diese Bakterien als die alleinige Ursache oder doch zum mindesten als die Hauptursache „einer schlechten Ausnutzung und Wirkung" der Stallmistdüngung anspricht, glauben einige Forscher, dass in dieser Beziehung doch eine gewisse Ueberschätzung der Thätigkeit der denitrifizirenden Bakterien Platz gegriffen habe, und dass neben der Zersetzung des Salpeters allem Anscheine nach durch Bakterien bewirkte Oxydationen des Ammoniaks, die zu Stickstoffverlusten führen, einhergehen, ja dass zuweilen — so bei sehr reichlichem Luftzutritte — die Ammoniakoxydationen überwiegen[2]). Ferner vertreten manche

---

[1]) Paul Wagner, Die geringe Ausnutzung des Stallmiststickstoffes und ihre Ursachen, Deutsche landwirthschaftl. Presse, 22 Jahrg, 1895, S. 91 und 98; J. Aeby, R. Dorsch, Fr. Matz und Paul Wagner (Ref.), Forschungen über den relativen Düngwerth und die Konservirung des Stallmiststickstoffs, Die landwirthschaftl. Versuchsstationen (Dr. Friedr. Nobbe) 1892, Bd. 48, S. 247.

[2]) Vergl. hierzu: Br. Tacke, Ueber den Stickstoffverlust bei der Nitrifikation und den Stickstoffgewinn im vegetationsfreien Erdboden, Landwirthschaftl. Jahrb., 1889, Bd. 18, S. 439; H. Immendorff, Beiträge zur Lösung „der Stickstofffrage", ibid., 1892, Bd. 21, S 317-u. 326; Th. Pfeiffer (Ref.), E. Franke, C Götze und H. Thurmann, Beiträge zur Frage über die bei der Fäulniss stickstoffhaltiger organischer Substanzen eintretenden Umsetzungen, Die Landwirthschaftl. Versuchsstationen (Dr. Friedr Nobbe), Bd. XLVIII, 1897, S. 189 und Th. Pfeiffer (Refer), E. Franke, O. Lemmermann und H. Schillbach, Die Wirkung des organischen Stickstoffs, speziell des Stallmiststickstoffs bei der Düngung, ibid., Bd. LI, 1899, S. 249; ferner E. Godlewski, Ueber die Nitrifikation des Ammoniaks und die Kohlenstoffquellen bei der Ernährung der nitrifizirenden Fermente 1896, Krakau, refer. im Centralbl. für Bakteriologie u. s. w. Abth. II, 1896, Bd. 2, S. 458. — Godlewski hat durch Versuche mit Reinkulturen nitrifizirender Bakterien nachgewiesen, dass bei der Nitrifikation ein Theil des Ammoniakstickstoffs thatsächlich in freien Stickstoff übergehen kann; er glaubt jedoch, dass der so entstandene freie Stickstoff nicht ein direktes Stoffwechselprodukt dieser Bakterien sei, sondern das Produkt der Wechselwirkung der gebildeten salpetrigen Säure und des noch nicht oxydirten Ammoniaks.

Forscher[1]) auf Grund ihrer Versuche die Ansicht, dass die Verluste an gebundenem Stickstoff, die der Stallmist bei der gebräuchlichen Behandlung erleidet, hauptsächlich durch Verflüchtigung von Ammoniak verursacht werden und dass die Bildung von elementarem Stickstoff nur in ganz untergeordnetem Maasse bei der Hervorbringung dieser Verluste betheiligt ist. Ausserdem wird in neuester Zeit behauptet, dass bei der Salpeterzersetzung im Ackerboden die zugeführten Kohlenstoffverbindungen, also die Bakteriennährstoffe von ausschlaggebender Bedeutung seien und nicht die Bakterien, die mit dem Dünger in den Boden gebracht werden[2]).

Wie dem auch sein mag, in einer Hinsicht herrscht volle Uebereinstimmung, nämlich darin, dass die Lösung der Stickstofffrage nur dann möglich ist, wenn die physiologisch-chemischen Eigenschaften und Leistungen — die Lebensäusserungen und Lebensbedingungen — der bei diesen Vorgängen betheiligten Mikroorganismen genau bekannt sind.

Von diesem Gesichtspunkte aus betrachtet, dürfte auch die vorliegende im Gesundheitsamte ausgeführte Arbeit einen Beitrag zur Klärung dieser Frage liefern.

Die Arbeit beschäftigt sich mit dem Studium jener Zersetzungen, die wegen ihrer Bedeutung für die Landwirthschaft schon häufig studirt wurden, nämlich die Zersetzungen, welche die Nitrate und Nitrite durch Bakterien erleiden. Die Untersuchungen wurden im Anschlusse an frühere Arbeiten gemacht, die bezweckten, durch die Erforschung der chemischen Eigenschaften der Bakterien verwerthbare Hülfsmittel für die Unterscheidung der einzelnen Bakteriengruppen und Bakterienarten zu schaffen.

In den Kreis dieser Untersuchung wurden sämmtliche Mikroorganismen, die mir in der Zeit zur Verfügung standen, 109 Arten, einbezogen.

Untersucht wurden:

1. Bac. acidi lactici Hueppe; 2. Bac. alvei; 3. Bac. anthracis; 4. Bac. aquatilis villosus; 5. Bac. aurantiacus; 6. Bac. capsulatus Pfeifferi; 7. Bac. cholerae gallinarum; 8. Bac. cremoides; 9. Bac. cuniculicida mobilis Eberth, Mandry; 10. Bac. cyanofuscus; 11. Bac. cyanogenes; 12. Bac. diphtheriae columbarum; 13. Bac. diphtheriae hominum; 14. Bac. enteritidis Gärtneri; 15. Bac. esterificans; 16. Bac. esterificans fluorescens; 17. Bac. aus frischem Hackfleisch; 18. Bac. faecalis alkaligenes Petruschky; 19. Bac. fluorescens liquefaciens; 20. Bac. fluorescens liquefaciens aus faulem Blut; 21. Bac. fluorescens aus faulem Fleisch; 22. Bac. fluorescens aus Spreewasser; 23. Bac. fluorescens non liquefaciens aus Erbsenaufguss; 24. Bac. fluorescens non liquef. aus Erde; 25. Bac. fluoresc. non liquef. aus Wasser; 26. Bac. fuscus; 27. Bac. granulosus immobilis; 28. Bac. granulosus mobilis; 29. Bac. indigonaceus; 30. Bac. mallei; 31. Bac. megatherium; 32—34. Bac. mesentericus Flügge Nr. I, III und VII; 35. Bac. mesentericus niger; 36. Bac. mesentericus ruber; 37. Bac. mesentericus vulgatus; 38. Bac. miniaceus; 39. Bac. murisepticus; 40. Bac. mustelae septicus;

---

[1]) Muntz und Girard, Annales agronomiques, 1893, Bd. XIX, pag. 5; H. Immendorff, Zur Frage der Stickstoffkonservirung im Stalldünger, Journal für Landwirthschaft, 1894, 42. Jahrg., S. 69.

[2]) W. Krüger und W. Schneidewind, Ursachen und Bedeutung der Salpeterzersetzung im Boden, Landwirthschaftl. Jahrbücher 1899, Bd. 28, Heft 1 und 2, S. 215.

41. Bac. mycoides; 42. Bac. pestis astaci Hofer; 43. Bac. pestis bubonicae; 44. Bac. pneumoniae Friedländer; 45. Bac. praepollens; 46. Bac. prodigiosus; 47. Bac. Proteus mirabilis; 48. Bac. Proteus vulgaris; 49. Bac. Proteus Zenkeri; 50. Bac. Proteus Zopfii; 51. Bac. pseudotuberculosis; 52. Bac. psittacosis; 53. Bac. pyocyaneus; 54. Bac. rhinoscleromatis; 55. Bac. rhusiopathiae suis; 56. Bac. ruber Kiel; 57. Bac. ruber Plymouth; 58. Bac. ruber-purpureus; 59. Bac. subtilis; 60. Bac. suipestifer Bang, Selander; 61. Bac. suipestifer Salmon, Smith (Hogcholera); 62. Bac. suipestifer Billings (Swine-plague); 63. Bac. suisepticus Schütz und Swine-plague Salmon, Smith; 64—68. Bac. tuberculoides (Butterbazillus von Hormann und Morgenroth, Petri, Rabinowitsch; Mistbazillus und Grasbazillus von Möller); 69. Bac. typhi abdominalis; 70. Bac. typhi murium; 71. Bac. violaceus; 72. Bact. coli commune Escherich; 73—76. Bact. coli Nr. 1, 2, 3 und 4; 77. Bact. lactis aërogenes; 78. Bact. lactis erythrogenes; 79. Bact. phosphorescens; 80. Microc. agilis; 81. Microc. candicans; 82. Microc. carneus; 83. Monilia candida; 84. Oidium lactis; 85. Sarcina aurantiaca; 86—87. Sarcina flava Nr. I und II; 88. Sarcina mobilis; 89. Staphylococ. pyogenes albus; 90. Staphyl. pyogenes aureus; 91. Spirillum concentricum; 92. Spirillum rubrum; 93. Spir. Rugula; 94. Spir. serpens; 95. Spir. volutans; 96. Vibrio Blankenese Kiessling; 97. Vibrio Berolinensis; 98. Vibrio Buhr, Hamburg; 99. Vibrio cholerae asiaticae; 100. Vibrio Danubicus; 101. Vibrio Finkler, Prior; 102. Vibrio Massauah; 103. Vibrio Massauah, Ghinda; 104. Vibrio Metschnikowi; 105. Vibrio Milleri; 106—107. Vibrio Mottlau Nr. I und II; 108. Vibrio phosphorescens Dunbar; 109. Vibrio tyrogenes Deneke.

Zur Kennzeichnung der genannten Bakterien diene Folgendes.

Die meisten Bakterien standen in verschiedenen Stämmen zur Verfügung, die zum Theil kurze Zeit, zum Theil lange Zeit auf künstlichem Nährboden fortgezüchtet worden waren. Die pathogenen Bakterien waren sämmtlich für Thiere virulent, die saprophytischen im vollen Besitz ihrer Eigenschaften (Farbstoffbildung, Peptonisirungsvermögen, Gährthätigkeit u. s. w.)[1].

Der im rohen Fleisch gefundene Bazillus (Nr. 17 d. V.) ähnelt im Wachsthum dem Bac. enteritidis Gärtneri; er ist, wie dieser, für weisse Mäuse pathogen und unterscheidet sich von ihm durch seine Fähigkeit, Glycerin zu vergähren. Wahrscheinlich ist er identisch mit einem Bazillus, den Kraus[2]) aus frischem Fleisch isolirt hat.

Von den fluorescirenden Bakterien zeigen sowohl die peptonisirenden als auch die nicht peptonisirenden unter sich geringe Verschiedenheiten im Wachsthum auf

---

[1]) Nach meinen Erfahrungen kann man die Bakterien jahrelang auf künstlichem Nährboden im vollen Besitz ihrer Eigenschaften erhalten, wenn man sie auf geeigneten Nährböden (Blutserum, Agar, Bouillon) zum Anwachsen bringt, dann das Kulturröhrchen zuschmilzt und die noch nicht voll entwickelten Kulturen vor Licht geschützt bei einer Temperatur nicht unter 10 und nicht über 18° aufbewahrt. Als Nährboden genügt meist ein Agar mit 0,5 bis 1,5‰ kryst. Soda über dem Lackmusblau-Neutralpunkt. Für manche Bakterien (Streptokokken, Schweineseuche, Rothlauf, Hühnercholera) eignet sich besser eine Nähr-Bouillon mit demselben Alkalitätsgrade. Vergl. hierzu Henry L. Bolley, The duration of bakterial existence and trial environments, Centralbl. für Bakteriologie u. s. w. Abth. II, 1900 Bd. 6, Heft 2, S, 33.

[2]) Kraus, Ueber die Bakterien des rohen Genussfleisches, Friedrichs Blätter für gerichtliche Medizin und Sanitätspolizei, 1890, S. 343.

Gelatine und Agar sowie erhebliche Unterschiede in ihren chemischen Fähigkeiten. Der Bac. pseudotuberculosis war bei niederer Temperatur (18—20°) ziemlich lebhaft beweglich, bei höherer Temperatur (30—37,5°) dagegen unbeweglich. Drei Stämme des Bazillus, die verschiedener Herkunft waren, zeigten unter einander geringe Abweichungen im Wachsthum und in der Virulenz; ihr Verhalten entsprach aber im Wesentlichen den Angaben von A. Pfeiffer und von Preisz. Der Bac. ruberpurpureus wurde auf Kokosnüssen angetroffen; er ist ein ziemlich grosser, sehr lebhaft beweglicher Bazillus, verflüssigt stark Gelatine, erzeugt auf allen Nährböden einen purpurrothen Farbstoff und scheidet diesen in feinen, ölähnlichen, rothen Tröpfchen aus. Vibrio Mottlau I und II sind „choleraähnliche" Vibrionen, die Lickfett in der Nähe von Danzig aus dem Wasser der Mottlau isolirt hat.

Die Umwandlung der Nitrate in Nitrite durch Bakterien.

Die ersten Angaben über Umwandlung der Nitrate in Nitrite durch Bakterien machte im Jahre 1875 Eduard Meusel[1]). Er fand, dass bei Gegenwart geeigneter Kohlenstoffverbindungen wie Zucker, Dextrin, Stärke, Cellulose, Gummi, Eiweisskörper, aus Nitraten durch Vermittlung der Bakterien salpetrigsaure Verbindungen entstehen.

Schon im Jahre 1862 hatte Goppelsröder[2]) beobachtet, dass gewisse, besonders humusreiche Ackererden in hohem Grade die Eigenschaft zeigen, Nitrate in Nitrite überzuführen.

Zwanzig Jahre später, im Jahre 1882 bewiesen Dehérain und Maquenne[3]) durch eine Reihe von Versuchen, dass die Reduktion der Nitrate ausschliesslich in solcher Erde stattfindet, die reich an Humus ist, und dass der Boden diese Fähigkeit der Nitritbildung durch Glühen und durch Behandeln mit Chloroform verliert. In demselben Jahre wurde von B. E. Dietzell[4]) in faulenden organischen Substanzen freie salpetrige Säure nachgewiesen und ferner von Gayon und Dupetit[5]) festgestellt, dass bestimmte Bakterien, so die Bakterien der Hühnercholera, des Milzbrandes und andere, Nitrate zu Nitrite reduziren. Munro (1886)[6]) und Th. Leone (1887)[7]) beobachteten eine Umwandlung der Nitrate in Nitrite nur dann, wenn eine genügende Menge

---

[1]) Eduard Meusel, Nitritbildung durch Bakterien, Berichte der deutschen chem. Gesellsch., 1875, 8. Jahrg., S. 1214 und 1653; Comptes rendus, 1875, T. 81, pag. 533.

[2]) F. Goppelsröder, Beiträge zum Studium der Salpeterbildungen, Poggendorffs Annalen, 1862, Bd. 115, S. 125.

[3]) Dehérain et Maquenne, Sur la réduction des nitrates dans la terre arable, Compt. rend., T. 95, 1882, pag. 691, 732 und 854.

[4]) B. E. Dietzell, Ueber die Entbindung von freiem Stickstoff bei der Fäulniss, Berichte der deutschen chem. Gesellsch„ 1882, 15. Jahrg., S. 551.

[5]) U. Gayon et G. Dupetit, Sur la transformation des nitrates en nitrites, Compt. rend., 1882, T. 95, pag. 1365.

[6]) J. M. H. Munro, The formation and destruction of nitrates and nitrites in artificial solutions and in river- and well waters, Chem. News, 1886, Vol. 53, pag. 307.

[7]) Th. Leone, Einige Umsetzungen, welche im Trinkwasser durch Bakterien erfolgen, Atti della R. Accadem. dei Lincei, 1887, III, pag. 37.

organischer Substanz gleichzeitig zugegen war. Ferner zeigten Heraeus (1886)[1], Celli und Zuco (1886)[2], R. Warington (1888)[3], P. F. Frankland (1888)[4], G. C. Frankland und P. F. Frankland (1889)[5], E. Laurent (1890)[6] und andere Forscher durch Versuche mit Reinkulturen, dass vielen Bakterien die Fähigkeit der Nitritbildung aus Nitraten zukommt.

Diese Reduktionswirkung der Bakterien wurde dann in der Folge — gerade so wie die anderen bekannten bio-chemischen Eigenschaften — auch wiederholt zu diagnostischen Zwecken verwerthet.

Die lange Zeit allgemein verbreitet gewesene Ansicht, dass eine Nitritbildung sowie überhaupt eine Reduktionswirkung durch Bakterien bei Anwesenheit von freiem Sauerstoff nicht vor sich gehen könne, wurde dadurch, dass man nunmehr diese Erscheinungen an Reinkulturen von Bakterien studirte, als nicht zutreffend erkannt.

Als Bedingung für das Zustandekommen der Nitritbildung wurde übereinstimmend von den verschiedenen Forschern beobachtet: eine nicht zu niedrige Temperatur (am besten eine mittlere Temperatur von 30°), alkalische Reaktion des Substrats und das Vorhandensein einer genügenden Menge organischer Nährstoffe.

Für unsere Versuche war es erforderlich, zunächst festzustellen, welche von den vorher genannten 109 Mikroorganismen Nitrite zu bilden vermochten, und in welchem Grade diese Eigenschaft bei den verschiedenen Arten entwickelt war. Zu diesem Zwecke wurden sämmtliche Mikroorganismen auf einer fünfprozentigen Peptonlösung, die einen Zusatz von 0,5% Salpeter erhalten hatte, in weiten, 50 ccm fassenden Röhren bei einer Temperatur von 30° ungefähr 4 Wochen lang gezüchtet.

Zum Nachweis des Nitrits in den Kulturflüssigkeiten diente neben der von Peter Griess[7]) angegebenen Reaktion mit m-Phenylendiamin die von Griess[8]) und später von Ilosvay[9]) empfohlene äusserst empfindliche Reaktion mit α-Naphtylamin und Sulfanilsäure. Diese durch eine Rothfärbung sich kennzeichnende Reaktion, mit der Griess die Gegenwart der salpetrigen Säure im Speichel nachweisen konnte, wurde

---

[1]) W. Heraeus, Ueber das Verhalten der Bakterien im Brunnenwasser, sowie über reduzirende und oxydirende Eigenschaften der Bakterien, Zeitschr. für Hygiene, 1886, Bd. 1, S. 193.

[2]) A Celli e F. Marius Zuco, Sulla nitrificatione, Rendiconti della R. Accademia dei Lincei. Seduta del 6. Giugno 1886.

[3]) Robert Warington, The chemical actions of some microorganisms, Journal of the chemic. soc., 1888, Aug., Vol. LIII, pag. 727; Chem. News, Juni 1888, Vol. 57, pag. 246.

[4]) Percy F. Frankland, Ueber die Einwirkung einiger spezifischen Mikroorganismen auf Salpetersäure, Journal of the chemic. soc., 1888, Vol. LIII, pag. 373.

[5]) Grace C. Frankland und Percy F. Frankland, Ueber einige typische Mikroorganismen im Wasser und im Boden, Zeitschr. für Hygiene, 1889, Bd. 6, S. 373.

[6]) E. Laurent, Expériences sur la réduction des nitrates par les végétaux, Annales de l'institut Pasteur, 1890, Nr. 11, pag. 722.

[7]) Peter Griess, Berichte der deutschen chem. Gesellsch., 1878, 11. Jahrg., S. 624.

[8]) Derselbe, ibid., 1879, 12. Jahrg., S. 427.

[9]) L. Ilosvay, Bulletin de la société chimique de Paris (3.sér.) 2, 347; Zeitschr. für analyt. Chemie, 1894, 33. Jahrg., S. 222.

schon von Laurent[1]) und nachher von Lunkewicz[2]) und Dieudonné[3]) zur Feststellung der Nitritbildung in Bakterienkulturen mit Erfolg benutzt. Auch bei unseren Versuchen erwies sich die zuletzt genannte Reaktion, selbst bei stark dunkel gelb gefärbten Kulturflüssigkeiten, von grosser Empfindlichkeit. Die Prüfung auf Nitrat geschah durch Ueberschichten der vorher abgekühlten Kulturflüssigkeit mit einer einprozentigen Auflösung von Diphenylamin in reiner konzentrirter Schwefelsäure, wobei eine starke Temperaturerhöhung, durch die die Empfindlichkeit der Reaktion leidet, vermieden wurde. Der Nachweis von Nitrat neben Nitrit wurde, nach der Zerstörung des Nitrits durch Harnstoff, sowohl in der nunmehr nitritfreien Kulturflüssigkeit direkt mit Diphenylamin erbracht, als auch indirekt mit m-Phenylendiamin, Sulfanilsäure und α-Naphtylamin, nachdem zuvor das Nitrat durch gepulvertes metallisches Magnesium zu Nitrit reduzirt worden war.

Ueber die Ergebnisse der Versuche giebt die nachfolgende Zusammenstellung Aufschluss.

1. Bac. acidi lactici Hueppe: Recht gutes Wachsthum; starker Indolgeruch, starke Nitritreaktion; auf Säurezusatz Gelbfärbung und starke Gasentwicklung („salpetrige Säure"); mit Säuren und Amylalkohol Indolrothreaktion; Nitrat nur noch in Spuren vorhanden.
Starke Nitritbildung.

2. Bac. alvei: Gutes Wachsthum; Indolgeruch; keine Nitritreaktion; mit Säuren erst auf Nitritzusatz starke Indolrothreaktion. Nitratgehalt nicht verändert.
Keine Nitritbildung.

3. Bac. anthracis: Gutes Wachsthum; starke Nitritreaktion; auf Säurezusatz Gelbfärbung und ziemliche Gasentwicklung; Nitratgehalt stark verringert.
Ziemlich starke Nitritbildung.

4. Bac. aquatilis villosus: Gutes Wachsthum; starke Nitritreaktion; auf Säurezusatz gelbere Färbung und ziemliche Gasentwicklung; Nitratgehalt stark verringert.
Ziemlich starke Nitritbildung.

5. Bac. aurantiacus: Ziemlich gutes Wachsthum; keine Nitritreaktion; Nitratgehalt nicht verändert.
Keine Nitritbildung.

6. Bac. capsulatus Pfeifferi: Gutes Wachsthum; starke Nitritreaktion; auf Säurezusatz Gelbfärbung und ziemlich starke Gasentwicklung; Nitrat nur noch in ganz geringer Menge vorhanden.
Starke Nitritbildung.

7. Bac. cholerae gallinarum: Ganz schwaches Wachsthum; auf Säurezusatz Rothfärbung (Indolroth); schwache Nitritreaktion; Nitratgehalt nicht merkbar verändert.
Schwache Nitritbildung.

8. Bac. cremoides: Mittelmässiges Wachsthum; starke Nitritreaktion; auf Säurezusatz Gelbfärbung und ziemlich starke Gasbildung; Nitrat nur noch in ganz geringer Menge vorhanden.
Starke Nitritbildung.

9. Bac. cuniculicida mobilis: Gutes Wachsthum; starke Nitritreaktion; auf Säurezusatz zunächst gelbröthliche, dann citronengelbe Färbung und ziemlich starke Gasentwicklung; Nitrat nur noch in ganz geringer Menge vorhanden.
Starke Nitritbildung.

---

[1]) E. Laurent, Expériences sur la réduction des nitrates par les végétaux, Annales de l'institut Pasteur, 1890, pag. 722.

[2]) M. Lunkewicz, Eine Farbenreaktion auf die salpetrige Säure der Kulturen der Cholerabazillen und einiger anderer Bakterien, Centralbl. für Bakteriologie und Parasitenk., 1894, Bd. 16, S. 945.

[3]) A. Dieudonné, Beiträge zur Nitritbildung der Bakterien, Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamte, 1895, Bd. 11, S. 508.

10. Bac. cyanofuscus: Gutes Wachsthum; ziemliche Nitritreaktion; auf Säurezusatz keine Gasentwicklung; Nitratgehalt nicht deutlich verringert.
Schwache Nitritbildung.

11. Bac. cyanogenes: Gutes Wachsthum; ganz schwache Nitritreaktion; Nitratgehalt nicht merkbar verändert. Ganz geringe Nitritbildung.

12. Bac. diphtheriae columbarum: Gutes Wachsthum; starke Nitritreaktion; auf Säurezusatz Gelbfärbung und starke Gasentwicklung; Nitrat nur noch in ganz geringer Menge vorhanden. Starke Nitritbildung.

13. Bac. diphtheriae hominum: Stamm 1 und 2 gutes Wachsthum und schwache Nitritbildung; Stamm 3 gutes Wachsthum; ziemlich starke Nitritreaktion; auf Säurezusatz zunächst röthlich gelbe Färbung, nach einiger Zeit ziemlich starke Röthung (kein Indolroth); Nitratgehalt stark verringert. Ziemlich starke Nitritbildung.

14. Bac. enteritidis Gärtneri: Gutes Wachsthum; starke Nitritreaktion; auf Säurezusatz Gelbfärbung und ziemlich starke Gasentwicklung; Nitrat nur noch in ganz geringer Menge vorhanden. Starke Nitritbildung.

15. Bac. esterificans: Schwaches Wachsthum; schwache Nitritreaktion; Nitratgehalt nicht deutlich verringert. Schwache Nitritbildung.

16. Bac. esterificans fluorescens: Gutes Wachsthum; ganz schwache Nitritreaktion; Nitratgehalt nicht merkbar verändert. Ganz schwache Nitritbildung.

17. Bac. aus frischem Hackfleisch: Gutes Wachsthum; starke Nitritreaktion; auf Säurezusatz Gelbfärbung und ziemlich starke Gasentwicklung; Nitrat nur noch in ganz geringer Menge vorhanden. Starke Nitritbildung.

18. Bac. faecalis alkaligenes: Gutes Wachsthum; starke Nitritreaktion; auf Säurezusatz Gelbfärbung und nach einiger Zeit ziemliche Gasentwicklung; Nitratgehalt stark verringert.
Ziemlich starke Nitritbildung.

19. Bac. fluorescens liquefaciens: Gutes Wachsthum; starke Nitritreaktion; Schaumbildung; auf Säurezusatz Gelbfärbung und ziemliche Gasentwicklung; Nitrat nicht mehr vorhanden.
Starke Nitritbildung.

20. Bac. fluorescens aus faulem Blut: Gutes Wachsthum; starke Nitritreaktion; schwache Schaumbildung; auf Säurezusatz Gelbfärbung und ziemliche Gasentwicklung; Nitrat nur noch in Spuren vorhanden. Starke Nitritbildung.

21. Bac. fluorescens aus faulem Fleisch: Gutes Wachsthum; keine Nitritreaktion; Nitratgehalt nicht verändert. Keine Nitritbildung.

22. Bac. fluorescens aus Wasser: Gutes Wachsthum; ganz schwache Nitritreaktion; Nitratgehalt nicht merkbar verringert. Ganz geringe Nitritbildung.

23. Bac. fluorescens non liquefaciens aus Erbsenaufguss: Gutes Wachsthum; ganz schwache Nitritreaktion; Nitratgehalt nicht merkbar verringert.
Ganz schwache Nitritbildung.

24. Bac. fluorescens non liquefaciens aus Erde: Ziemlich gutes Wachsthum; starke Nitritreaktion; auf Säurezusatz Gelbfärbung und schwache Gasentwicklung; Nitratgehalt stark verringert. Ziemlich starke Nitritbildung.

25. Bac. fluorescens non liquefaciens aus Wasser: Ziemlich gutes Wachsthum; keine Nitritreaktion; Nitratgehalt unverändert. Keine Nitritbildung.

26. Bac. fuscus: Gutes Wachsthum; keine Nitritreaktion; Nitratgehalt unverändert.
Keine Nitritbildung.

27. Bac. granulosus immobilis: Mittelmässiges Wachsthum; keine Nitritreaktion; Nitratgehalt unverändert. Keine Nitritbildung.

28. Bac. granulosus mobilis: Mittelmässiges Wachsthum; keine Nitritreaktion; Nitratgehalt unverändert. Keine Nitritbildung.

29. Bac. indigonaceus: Ziemlich gutes Wachsthum; starke Nitritreaktion; auf Säurezusatz Gelbfärbung und ziemliche Gasentwicklung; Nitratgehalt stark verringert.
Ziemlich starke Nitritbildung.

30. Bac. mallei: Schwaches Wachsthum; ziemlich starke Nitritreaktion; auf Säurezusatz Gelbfärbung und schwache Gasentwicklung; Nitratgehalt stark verringert.
Ziemlich starke Nitritbildung.

31. Bac. megatherium: Gutes Wachsthum; keine Nitritreaktion; Nitratgehalt unverändert.
Keine Nitritbildung.

32. Bac. mesentericus Flügge Nr 1: Gutes Wachsthum; starke Nitritreaktion; auf Säurezusatz Gelbfärbung und ziemlich starke Gasentwicklung; Nitrat nur noch in Spuren vorhanden.
Starke Nitritbildung.

33. Bac. mesentericus Flügge Nr. 3: Gutes Wachsthum; starke Nitritreaktion; auf Säurezusatz citronengelbe Färbung und ziemlich starke Gasentwicklung; Nitrat nur noch in Spuren vorhanden.
Starke Nitritbildung.

34. Bac. mesentericus Flügge Nr. 7: Befund wie bei Bac. mesentericus Flügge Nr. 1.
Starke Nitritbildung.

35. Bac. mesentericus niger: Gutes Wachsthum; deutliche Nitritreaktion; auf Säurezusatz ganz geringe Gasentwicklung; Nitratgehalt etwas verringert.
Mittelmässige Nitritbildung.

36. Bac. mesentericus ruber: Gutes Wachsthum; starke Nitritreaktion; auf Säurezusatz Gelbfärbung und ziemlich starke Gasentwicklung; Nitrat nur noch in Spuren vorhanden.
Starke Nitritbildung.

37. Bac. mesentericus vulgatus: Gutes Wachsthum; keine Nitritreaktion; Nitratgehalt nicht merkbar verändert.
Keine Nitritbildung.

38. Bac. miniaceus: Gutes Wachsthum; starke Nitritreaktion; auf Säurezusatz Gelbfärbung und ziemlich starke Gasentwicklung; Nitrat nur noch in ganz geringer Menge vorhanden.
Starke Nitritbildung.

39. Bac. murisepticus: Schwaches Wachsthum; keine Nitritreaktion; Nitratgehalt nicht verändert.
Keine Nitritbildung.

40. Bac. mustelae septicus: Gutes Wachsthum; starke Nitritreaktion; auf Säurezusatz gelbröthliche Färbung und ziemlich starke Gasentwicklung; auf Säure- und Amylalkoholzusatz Indolrothreaktion; Nitrat nur noch in ganz geringer Menge vorhanden.
Starke Nitritbildung.

41. Bac. mycoides: Gutes Wachsthum; starke Nitritreaktion; auf Säurezusatz Gelbfärbung und ziemlich starke Gasbildung; Nitrat nur noch in ganz geringen Mengen vorhanden.
Starke Nitritbildung.

42. Bac. pestis astaci: Gutes Wachsthum; starke Nitritreaktion; auf Säurezusatz röthlichgelbe Färbung und ziemliche Gasentwicklung; mit Säuren und Amylalkohol Indolrothreaktion; Nitratgehalt stark verringert.
Ziemlich starke Nitritbildung.

43. Bac. pestis bubonicae: Gutes Wachsthum; ziemlich starke Nitritreaktion; auf Säurezusatz nach einiger Zeit röthlichgelbe Färbung und ganz schwache Gasentwicklung: kein Indol; Nitratgehalt deutlich verringert.
Mittelmässige Nitritbildung.

44. Bac. pneumoniae Friedländer: Gutes Wachsthum; starke Nitritreaktion; auf Säurezusatz Gelbfärbung und ziemliche Gasentwicklung; Nitrat nur noch in geringer Menge vorhanden.
Ziemlich starke Nitritbildung.

45. Bac. praepollens: Kräftiges Wachsthum; keine Nitritreaktion; Nitratgehalt unverändert.
Keine Nitritbildung.

46. Bac. prodigiosus: Gutes Wachsthum; starke Nitritreaktion; auf Säurezusatz citronengelbe Färbung und ziemlich starke Gasentwicklung; Nitrat nur noch in ganz geringer Menge vorhanden.
Starke Nitritbildung.

47. Bac. Proteus mirabilis: Recht gutes Wachsthum; starke Nitritreaktion; auf Säurezusatz zuerst Röthung, dann gelbrothe Färbung und ziemlich starke Gasentwicklung; Nitrat nur noch in ganz geringer Menge vorhanden.
Starke Nitritbildung.

48. Bac. Proteus vulgaris: Gutes Wachsthum; Indolgeruch; starke Nitritreaktion; auf Säurezusatz zuerst Röthung, dann Gelbfärbung und ziemlich starke Gasentwicklung; Nitrat nur noch in ganz geringer Menge vorhanden.
Starke Nitritbildung.

49. Bac. Proteus Zenkeri: Mittelmässiges Wachsthum; ganz schwache Nitritreaktion; Nitratgehalt nicht merkbar verringert. Ganz schwache Nitritbildung.

50. Bac. Proteus Zopfii: Befund wie bei Bac. Proteus Zenkeri. Ganz schwache Nitritbildung.

51. Bac. pseudotuberculosis: Gutes Wachsthum: ziemlich starke Nitritreaktion; auf Säurezusatz gelbe Färbung und ziemliche Gasentwicklung; Nitratgehalt stark verringert. Ziemlich starke Nitritbildung.

52. Bac. psittacosis: Gutes Wachsthum; starke Nitritreaktion; auf Säurezusatz Gelbfärbung und ziemlich starke Gasentwicklung; Nitrat nur noch in Spuren vorhanden. Starke Nitritbildung.

53. Bac. pyocyaneus: Gutes Wachsthum; nach eintägigem Wachsthum starke, nach zweitägigem nur noch schwache Nitritreaktion; später Nitrit nicht mehr nachweisbar; Schaumbildung; Nitrat nicht mehr vorhanden. Starke Nitritbildung.

54. Bac. rhinoscleromatis: Ziemlich gutes Wachsthum; starke Nitritreaktion; auf Säurezusatz Gelbfärbung und ziemlich starke Gasentwicklung; Nitrat nur noch in ganz geringer Menge vorhanden. Starke Nitritbildung.

55. Bac. rhusiopathiae suis: Befund wie bei Bac. murisepticus. Keine Nitritbildung.

56. Bac. ruber Kiel: Gutes Wachsthum; starke Nitritreaktion; auf Säurezusatz gelbere Färbung und ziemliche Gasentwicklung; Nitratgehalt stark verringert. Ziemlich starke Nitritbildung.

57. Bac. ruber Plymouth: Gutes Wachsthum; starke Nitritreaktion; auf Säurezusatz Gelbfärbung und ziemlich starke Gasentwicklung; Nitrat nur noch in Spuren vorhanden. Starke Nitritbildung.

58. Bac. ruber-purpureus: Kräftiges Wachsthum; starke Nitritreaktion; auf Säurezusatz Gelbfärbung und ziemlich starke Gasentwicklung; Nitrat nur noch in Spuren vorhanden. Starke Nitritbildung.

59. Bac. subtilis: Gutes Wachsthum; auf Säurezusatz ganz geringe Gasentwicklung (Kohlensäure); keine Nitritreaktion; Nitratgehalt unverändert. Keine Nitritbildung.

60. Bac. suipestifer Selander: Recht gutes Wachsthum; starke Nitritreaktion; auf Säurezusatz zuerst leichte Röthung, dann Gelbfärbung und ziemlich starke Gasentwicklung; Nitrat nur noch in ganz geringer Menge vorhanden. Starke Nitritbildung.

61. Bac. suipestifer (Hogcholera Salmon, Smith): Ziemlich gutes Wachsthum; starke Nitritreaktion; auf Säurezusatz Gelbfärbung und nach einiger Zeit ziemliche Gasentwicklung; Nitratgehalt stark verringert. Ziemlich starke Nitritbildung.

62. Bac. suipestifer (Swine-plague Billings): Gutes Wachsthum; starke Nitritreaktion: auf Säurezusatz citronengelbe Färbung und ziemlich starke Gasentwicklung; Nitrat nur noch in ganz geringer Menge vorhanden. Starke Nitritbildung.

63. Bac. suisepticus Schütz: Schwaches Wachsthum; ziemliche Nitritreaktion; mit Säuren ziemlich starke Röthung (Indolroth); Nitratgehalt nicht deutlich verändert. Schwache Nitritbildung.

Bac. suisepticus Salmon, Smith (Swine-plague Salmon, Smith): Befund wie bei Bac. suisepticus Schütz. Schwache Nitritbildung.

64. Bac. tuberculoides Hormann, Morgenroth (Butterbazillus): Gutes Wachsthum; ziemliche Nitritreaktion; mit Säuren röthlichgelbe Färbung und nach einiger Zeit ganz schwache Gasentwicklung; Nitratgehalt etwas verringert. Mittelmässige Nitritbildung.

65. Bac. tuberculoides Möller (Mistbazillus): Ziemlich gutes Wachsthum; ziemlich starke Nitritreaktion; mit Säuren gelbere Färbung und nach einiger Zeit schwache Gasentwicklung; Nitratgehalt etwas verringert. Mittelmässige Nitritbildung.

66. Bac. tuberculoides Möller (Timotheegrasbazillus): Befund wie beim Mistbazillus. Mittelmässige Nitritbildung.

67. Bac. tuberculoides Petri (Butterbazillus): Gutes Wachsthum; starke Nitritreaktion; mit Säuren Gelbfärbung und ziemlich starke Gasentwicklung; Nitratgehalt stark verringert. Ziemlich starke Nitritbildung.

68. Bac. tuberculoides Rabinowitsch (Butterbazillus): Gutes Wachsthum; ziemlich starke Nitritreaktion; mit Säuren gelbere Färbung, nach einiger Zeit schwache Gasentwicklung; Nitratgehalt etwas verringert. Mittelmässige Nitritbildung.

69. Bac. typhi abdominalis: Gutes Wachsthum; starke Nitritreaktion; mit Säuren Gelbfärbung und ziemlich starke Gasentwicklung; Nitrat nur noch in ganz geringer Menge vorhanden. Starke Nitritbildung.

70. Bac. typhi murium: Gutes Wachsthum; starke Nitritreaktion; auf Säurezusatz zuerst röthlichgelbe, dann citronengelbe Färbung und ziemlich starke Gasentwicklung; Nitrat nur noch in ganz geringer Menge vorhanden. Starke Nitritbildung.

71. Bac. violaceus: Gutes Wachsthum; starke Nitritreaktion; mit Säuren zuerst Röthung, dann Gelbfärbung und nach einiger Zeit schwache Gasentwicklung; Nitratgehalt stark verringert. Ziemlich starke Nitritbildung.

72. Bact. coli commune: Gutes Wachsthum; Indolgeruch; starke Nitritreaktion; mit Säuren Gelbfärbung und ziemlich starke Gasentwicklung; Nitrat nur noch in Spuren vorhanden. Starke Nitritbildung

73. Bact. coli Nr. 1: Gutes Wachsthum; starke Nitritreaktion; mit Säuren Gelbfärbung und ziemlich starke Gasentwicklung; Indolreaktion; Nitrat nur noch in Spuren vorhanden. Starke Nitritbildung.

74. Bact. coli Nr. 2: Gutes Wachsthum; starke Nitritreaktion; mit Säuren Gelbfärbung und ziemlich starke Gasentwicklung; Indolreaktion; Nitrat nur noch in Spuren vorhanden. Starke Nitritbildung.

75. Bact. coli Nr. 3: Ziemlich gutes Wachsthum; starke Nitritreaktion; auf Säurezusatz Gelbfärbung und schwache Gasentwicklung; kein Indol; Nitrat noch in geringer Menge vorhanden. Ziemlich starke Nitritbildung.

76. Bact. coli Nr. 4: Ziemlich gutes Wachsthum; starke Nitritreaktion; mit Säuren Gelbfärbung und schwache Gasentwicklung; kein Indol; Nitrat noch in geringer Menge vorhanden. Ziemlich starke Nitritbildung.

77. Bact. lactis aërogenes: Ziemlich gutes Wachsthum; starke Nitritreaktion; mit Säuren Gelbfärbung; nach einiger Zeit ziemliche Gasentwicklung; kein Indol; Nitrat noch in geringer Menge vorhanden. Ziemlich starke Nitritbildung.

78. Bact. lactis erythrogenes: Mittelmässiges Wachsthum; starke Nitritreaktion; mit Säuren Gelbfärbung und ziemliche Gasentwicklung; Nitratgehalt stark verringert. Ziemlich starke Nitritbildung.

79. Bact. phosphorescens: Gutes Wachsthum: starke Nitritreaktion; mit Säuren zunächst gelbröthliche Färbung, dann Gelbfärbung und ziemlich starke Gasentwicklung; Nitrat nur noch in geringer Menge vorhanden. Starke Nitritbildung.

80. Microc. agilis: Mittelmässiges Wachsthum; keine Nitritreaktion; Nitratgehalt unverändert. Keine Nitritbildung.

81. Micr. candicans: Mittelmässiges Wachsthum; starke Nitritreaktion; mit Säuren Gelbfärbung und ziemliche Gasentwicklung; Nitratgehalt stark verringert. Ziemlich starke Nitritbildung.

82. Micr. carneus: Gutes Wachsthum; starke Nitritreaktion; mit Säuren gelbe Färbung und ziemlich starke Gasbildung; Nitrat nur noch in ganz geringer Menge vorhanden. Starke Nitritbildung.

83. Monilia candida; Gutes Wachsthum; ganz schwache Nitritreaktion; Nitratgehalt nicht merkbar verringert. Ganz schwache Nitritbildung.

84. Oidium lactis: Recht kräftiges Wachsthum; keine Nitritreaktion; Nitratgehalt unverändert. Keine Nitritbildung.

85. Sarcina aurantiaca: Ziemlich gutes Wachsthum; keine Nitritreaktion; Nitratgehalt unverändert. Keine Nitritbildung.

86. Sarcina flava Nr. 1: Recht kräftiges Wachsthum; keine Nitritreaktion; Nitratgehalt unverändert. Keine Nitritbildung.

87. Sarcina flava Nr. 2: Schwaches Wachsthum; starke Nitritreaktion; mit Säuren röthlichgelbe Färbung und ziemliche Gasentwicklung; Nitratgehalt stark verringert.
Ziemlich starke Nitritbildung.

88. Sarcina mobilis: Gutes Wachsthum; starke Nitritreaktion; mit Säuren Gelbfärbung und schwache Gasentwicklung; Nitratgehalt stark verringert.
Ziemlich starke Nitritbildung.

89. Staph. pyogenes albus: Ziemlich gutes Wachsthum; starke Nitritreaktion; mit Säuren Gelbfärbung und ziemlich starke Gasentwicklung; Nitrat nur noch in Spuren vorhanden.
Starke Nitritbildung.

90. Staph. pyogenes aureus: Befund wie beim Staph. pyog. albus.
Starke Nitritbildung.

91. Spirillum concentricum: Schwaches Wachsthum; keine Nitritreaktion; Nitratgehalt unverändert. Keine Nitritbildung.

92. Spir. rubrum: Gutes Wachsthum; keine Nitritreaktion; Nitratgehalt unverändert.
Keine Nitritbildung.

93. Spir. Rugula: Gutes Wachsthum; keine Nitritreaktion; Nitratgehalt unverändert.
Keine Nitritbildung.

94. Spir. serpens: Gutes Wachsthum; keine Nitritreaktion; Nitratgehalt unverändert.
Keine Nitritbildung.

95. Spir. volutans: Ziemlich gutes Wachsthum; äusserst schwache Nitritreaktion; Nitratgehalt nicht merkbar verändert. Aeusserst geringe Nitritbildung.

96. Vibrio Blankenese: Mittelmässiges Wachsthum; starke Nitritreaktion; mit Säuren Gelbfärbung und ziemliche Gasentwicklung; Nitratgehalt stark verringert.
Starke Nitritbildung.

97. Vibrio Berolinensis: Gutes Wachsthum; Indolgeruch; starke Nitritreaktion; mit Säuren zuerst röthlichgelbe Färbung, dann Gelbfärbung und ziemliche Gasentwicklung; Nitratgehalt stark verringert. Ziemlich starke Nitritbildung.

98. Vibrio Buhr: Gutes Wachsthum; Indolgeruch; starke Nitritreaktion; mit Säuren Röthung, dann Gelbfärbung und schwache Gasentwicklung; Nitratgehalt stark verringert.
Ziemlich starke Nitritbildung.

99. Vibrio cholerae asiaticae: Gutes Wachsthum; Indolgeruch; starke Nitritreaktion; auf Säurezusatz röthlichgelbe Färbung, später Gelbfärbung und ziemliche Gasentwicklung; Nitratgehalt stark verringert. Ziemlich starke Nitritbildung.

100. Vibrio Danubicus: Befund wie bei Vibrio cholerae asiaticae.
Ziemlich starke Nitritbildung.

101. Vibrio Finkler, Prior: Gutes Wachsthum; keine Nitritreaktion; mit Säuren erst auf Nitritzusatz Indolrothreaktion; Nitratgehalt unverändert. Keine Nitritbildung.

102. Vibrio Massauah: Befund wie bei Vibrio cholerae asiaticae.
Ziemlich starke Nitritbildung.

103. Vibrio Massauah-Ghinda: Befund wie bei Vibrio cholerae asiaticae.
Ziemlich starke Nitritbildung.

104. Vibrio Metschnikowi: Befund wie bei Vibrio cholerae asiaticae.
Ziemlich starke Nitritbildung

105. Vibrio Milleri: Gutes Wachsthum; keine Nitritreaktion; mit Säuren erst auf Zusatz von Nitrit Indolrothreaktion; Nitratgehalt unverändert.
Keine Nitritbildung.

106. Vibrio Mottlau Nr. 1: Gutes Wachsthum, kein Indol; keine Nitritreaktion; Nitratgehalt unverändert. Keine Nitritbildung.

107. Vibrio Mottlau Nr. 2: Gutes Wachsthum; kein Indol; starke Nitritreaktion; auf Säurezusatz Gelbfärbung und schwache Gasentwicklung; Nitratgehalt stark verringert.
Ziemlich starke Nitritbildung.

108. Vibrio phosphorescens Dunbar: Befund wie bei Vibrio cholerae asiaticae.
Ziemlich starke Nitritbildung.

109. Vibrio tyrogenes Deneke: Schwaches Wachsthum; starke Nitritreaktion; mit Säuren gelbrothe Färbung, später Gelbfärbung und schwache Gasentwicklung; Indol; Nitratgehalt stark verringert.
Starke Nitritbildung.

Nach diesen Versuchsergebnissen waren von 109 Mikroorganismenarten 85 Nitritbildner und 24 Nichtnitritbildner. — Die Stärke der Nitritbildung war bei den einzelnen Arten eine sehr verschiedene. Manche Arten wie Bac. cyanogenes, Bac. fluorescens esterificans, Bac. fluorescens liquef. aus Wasser, Bac. fluoresc. non liquef. aus Erbsenaufguss, Bac. Proteus Zenkeri, Bac. Proteus Zopfii, Monilia candida, Spirill. volutans u. a. vermochten nur äusserst geringe, eben noch nachweisbare Nitritmengen zu bilden. Einige Bakterien z. B. Bac. cholerae gallinarum, Bac. mallei, Bac. suisepticus Schütz, Vibrio Blankenese, Vibrio tyrogenes Deneke, Sarcina flava Nr. II bewirkten eine im Verhältniss zu ihrer schlechten Entwicklung auffallend gute Nitritbildung.

Die verschiedenen Stämme oder Rassen zeigten zuweilen merkbare Unterschiede in dieser Fähigkeit. Zwei Diphtheriebazillenstämme waren ganz schwache Nitritbildner, ein dritter, der sich durch gutes Oberflächenwachsthum und starke Giftbildung hervorthat, reduzirte den Salpeter ziemlich kräftig. Auch die verschiedenen Stämme der Bakterien der blauen Milch wiesen Unterschiede in ihrer Reduktionsfähigkeit auf.

Zwischen virulenten und avirulenten (für Meerschweinchen) Milzbrandbazillen konnten auffallende Verschiedenheiten in der Nitritbildung nicht festgestellt werden. Es ist dies deshalb bemerkenswerth, weil Behring[1]) beobachtet hat, dass die avirulenten Milzbrandbazillen den Lackmusfarbstoff kräftiger reduziren als die virulenten, und weil ferner Iwanoff[2]) glaubte, nachweisen zu können, dass die biochemischen Leistungen der virulenten Milzbrandbazillen die der avirulenten übertreffen, während Andrejew[3]) gefunden hat, dass das Reduktionsvermögen der Milzbrandbazillen, die Schwefelwasserstoffbildung, die Fähigkeit Stickstoffverbindungen, Glycerin und Fette im Nährboden zu zersetzen mit der Abnahme der Virulenz zunehmen, die Fähigkeit Eiweiss zu peptonisiren und Stärke in Zucker überzuführen sowie die Farbstoffbildung (Braunfärbung der Kulturen) dagegen bei virulenten Bazillen stärker entwickelt sind als bei avirulenten.

Bei manchen untereinander verwandten Bakterienarten (den Kartoffelbazillen, den Heubazillen, den „choleraähnlichen“ Vibrionen) war die Fähigkeit Nitrate in Nitrite umzuwandeln, ganz verschieden ausgebildet, so dass bei ihnen das Fehlen oder

---

[1]) Behring, Beiträge zur Aetiologie des Milzbrandes, Zeitschrift für Hygiene 1889, Bd. 6, S. 142 und Bd. 7, S. 183.

[2]) M. S. Iwanoff, Sur la production des acides volatils dans les cultures du bacille charboneux, Annales de l'institut Pasteur, 1892, pag. 131.

[3]) P. Andrejew, Zur Biologie der Anthraxbazillen und des Anthraxvaccins, St. Petersburger Archiv für Veterinärwissenschaft Nr. 10, 11 und 12.

das Vorhandensein dieser Eigenschaft unter bestimmten Versuchsbedingungen zur Artunterscheidung mitbenutzt werden kann.

Unter den 85 Nitritbildnern zeigten 37 diese Eigenschaft in starkem, 30 in ziemlich starkem, 6 in mittelmässigem, 3 in schwachem und 9 in ganz geringem Grade.

Die Nitritbildner erlitten im Allgemeinen auf dem Peptonnährboden durch den Zusatz von 0,5 % Salpeter keine Verschlechterung des Wachsthums. Eine Ausnahme machte hierin der Vibrio Blankenese, der auf der 5prozentigen Peptonnährlösung ohne Salpeter zu sehr kräftiger Entwicklung kam, in dem nitrathaltigen Nährboden jedoch nur äusserst kümmerlich gedieh. Die übrigen Mikroorganismen, bei denen ein Gehalt von 0,5 % Salpeter in der Nährlösung ohne Nachtheil für das Wachsthum war, wurden durch Steigerung der Nitratmenge im Nährboden (meist schon von 1 % an) mehr oder weniger in der Entwicklung geschädigt. Am deutlichsten kam diese entwicklungshemmende Wirkung der salpetersauren Salze beim Ammoniumnitrat zum Ausdruck. Dem Kalium- und Natriumnitrat (äquivalente Mengen) gegenüber verhielten sich die einzelnen Bakterienarten verschieden. Die einen (z. B. Bac. pestis astaci, Bac. pyocyaneus) vertrugen das Kaliumnitrat, die anderen (z. B. Bac. aus rohem Hackfleisch, Vibrio cholerae asiaticae, Vibrio Dunbar phosphorescens) das Natriumnitrat besser.

Die Reduktion der Nitrate in Nitrite ging sowohl bei Sauerstoffzutritt als auch bei Sauerstoffabschluss vor sich. In der Regel wurde sie jedoch durch starke Durchlüftung der Kulturen etwas zurückgehalten; es schien dann aber auch, als ob durch die starke Sauerstoffzufuhr das Wachsthum der Kulturen geschädigt würde.

Begünstigt wurde die Nitritbildung fast regelmässig durch die Gegenwart leicht oxydirbarer, wasserstoffreicher Körper (mehrwerthige Alkohole, Kohlenhydrate). Der günstige Einfluss dieser Verbindungen machte sich dadurch bemerkbar, dass einerseits die Nitritmenge in den Kulturen zunahm, andererseits eine, wenn auch schwache Nitritbildung bei einigen jener Bakterien (Bac. alvei, Bac. mesentericus vulgatus) zu Stande kam, die sonst Nitrite nicht zu bilden vermochten.

Eine vollkommene Umwandlung des Salpeters in Kaliumnitrit wurde in der 5prozentigen Peptonlösung bei einem Gehalt von 0,5 % Salpeter nur von wenigen salpeterreduzirenden Bakterienarten bewirkt und dann auch erst nach längerem Wachsthum. Der Bac. pyocyaneus machte insofern eine Ausnahme, als durch ihn schon nach ungefähr 24 Stunden das gesammte Nitrat zu Nitrit reduzirt war.

In den Kulturen der stark nitritbildenden Arten waren die erzeugten Nitritmengen stets so beträchtliche, dass auf Zusatz von verdünnten Säuren eine lebhafte Gasentwicklung eintrat. Das gebildete Gas färbte feuchtes Jodkaliumstärkepapier sowie Jodzinkstärkelösung blau, m-Phenylendiaminlösung gelbbräunlich und roch nach „salpetriger Säure". Durch den Säurezusatz entstand gleichzeitig mit der Gasbildung in den Kulturflüssigkeiten ein eigenthümlicher Farbenumschlag, der von röthlichgelb meist in citronengelb überging.

Bei Anwesenheit grösserer Mengen von salpetrigsaurem Salz gelang die Indolrothreaktion noch gut, sofern zum Nachweis die Löslichkeit des Indolroths in Amylalkohol benutzt wurde.

In vielen Fällen besonders bei etwas geringerem Gehalt der Kulturen an Nitrit traten auch bei Nichtindolbildnern nach Säurezusatz rothe, die Indolrothreaktion vortäuschende Färbungen auf, die sich jedoch von dem aus Isonitrosoindol mit Mineralsäuren entstandenen Indolrothfarbstoff durch die Unlöslichkeit der Farbe in Amylalkohol unterschieden. Durch die Thätigkeit der Mikroorganismen wurden demnach aus dem Pepton ausser dem Indol noch Stoffe gebildet, die ähnlich wie dieses mit salpetriger Säure und Mineralsäuren rothe Färbungen erzeugten.

Ebensowenig wie die Indolbildung wurde die Entstehung von Schwefelwasserstoff durch die Nitritbildung unterdrückt, dagegen schien die Bildung von Tyrosin und Leucin beeinflusst zu werden.

Die Fähigkeit Nitrite zu bilden fehlte bei den genannten Versuchsbedingungen den untersuchten Stämmen folgender 24 Mikroorganismen:

1. Bac. alvei; 2. Bac. aurantiacus; 3. Bac. fluorescens liquefaciens aus faulem Fleisch; 4. Bac. fluorescens non liquefaciens aus Spreewasser; 5. Bac. fuscus; 6. Bac. granulosus immobilis; 7. Bac. granulosus mobilis; 8. Bac. megatherium; 9. Bac. mesentericus vulgatus; 10. Bac. murisepticus; 11. Bac. praepollens; 12. Bac. rhusiopathiae suis; 13. Bac. subtilis; 14. Microc. agilis; 15. Oidium lactis; 16. Sarcina aurantiaca; 17. Sarcina flava I; 18. Spirill. concentricum: 19. Spirill. rubrum; 20. Spirill. Rugula; 21. Spirill. serpens; 22. Vibrio Finkler, Prior; 23. Vibrio Milleri; 24. Vibrio Mottlau I.

Diese nicht nitritbildenden Mikroorganismen waren mit Ausnahme von Bac. murisepticus, Bac. rhusiopathiae suis und Spirill. concentricum auf dem Nährboden gut, zum Theil sogar recht kräftig gewachsen, eine Beeinträchtigung des Wachsthums war in keinem Falle vorhanden. Sie liessen zu keiner Zeit ihres Wachsthums eine Abnahme des Salpeters in der Nährlösung wahrnehmen, selbst dann nicht, wenn sie auf Peptonnährlösungen mit ganz geringem Salpetergehalt wuchsen.

Die Bildung von Ammoniak aus Nitraten und Nitriten durch die Bakterien.

Die auf unseren gewöhnlichen Nährböden wachsenden Bakterien besitzen alle in mehr oder minder hohem Grade die Fähigkeit, gewisse stickstoffhaltige Substanzen — Eiweisskörper, eiweissähnliche Verbindungen, Amidosäuren, Amide, Amine — bis zum Ammoniak, dem letzten Reduktionsprodukte des Stickstoffs abzubauen (Nägeli[1]), Buchner[2]), Perdrix[3]), Brieger[4]), E. Marchal[5]) u. A.).

[1]) C. von Nägeli, Untersuchungen über niedere Pilze; Ernährung der niederen Pilze durch Kohlenstoff- und Stickstoffverbindungen (München und Leipzig) 1882, S. 1—75.

[2]) Hans Buchner, Ueber die experimentelle Erzeugung des Milzbrandkontagiums aus den Heupilzen, ibidem, S. 140. Derselbe, Beiträge zur Kenntniss des Neapeler Cholerabazillus und einiger demselben nahestehender Spaltpilze, Archiv für Hygiene, Bd. 3, 1885, S. 424.

[3]) L. Perdrix, Sur la transformation des matières azotées dans les cultures de bactéridie charbonneuse, Annales de l'institut Pasteur, 1888, Nr. 7, pag. 354.

[4]) Brieger, Zur Kenntniss der Bildung von Ptomaïnen und Toxinen durch pathogene Bakterien, Sitzungsberichte der Kgl. Preuss. Akademie der Wissensch. zu Berlin, Sitzung vom 10. Januar 1889.

[5]) E. Marchal, Ueber die Bildung des Ammoniaks im Erdboden durch Mikroorganismen, Bulletin de l'académie royale des sciences, des lettres et des beaux arts de Belgique, 1893, Ser. 3,

Das Ammoniak findet sich in den Bakterienkulturen nicht in freiem Zustande, sondern in Form des kohlensauren Ammoniaks, daneben auch gebunden an Fettsäuren[1]).

Die Ammoniakbildung in den Bakterienkulturen äussert sich durch die Aenderung der Reaktion des Nährbodens, durch den Geruch der Kultur, durch das Vorhandensein von gebundener Kohlensäure und durch die Ausscheidung von Krystallen; sie kann in den Kulturflüssigkeiten nachgewiesen werden durch die Tüpfelprobe auf blauviolettem Lackmuspapier, durch die Nebelbildung mit Salzsäure, indirekt durch die Entwicklung von Kohlensäure auf Säurezusatz sowie im Destillate der mit Baryumkarbonat und Wasserdampf behandelten Kulturen durch die bekannten Methoden.

Auf die Stärke der Ammoniakbildung ist die Art und die Zusammensetzung des Nährbodens von Einfluss. Die einzelnen Bakterienarten können auf dem einen Nährboden nur geringe, auf dem anderen Nährboden dagegen ganz bedeutende Abweichungen in der Stärke der Ammoniakentwicklung zeigen. In Peptonnährlösungen bilden z. B. Bac. mycoides, Bac. subtilis und Bac. praepollens reichlich Ammoniak, annähernd in gleichen Mengen, auf Kartoffelnährboden aber erzeugen die ersten beiden Bazillen nur wenig Ammoniak, während der Bac. praepollens auch auf diesem Nährboden sehr beträchtliche Mengen Ammoniak zu bilden vermag.

Die stark peptonisirenden Bakterien sind kräftige Ammoniakbildner; indessen selbst diese starken Eiweisszersetzer vermögen aus dem Eiweisse und den eiweissartigen Körpern meist nicht annähernd soviel Ammoniak zu bilden, wie die harnstoffzersetzenden Bakterien aus dem Harnstoff[2]). Die harnstoffzersetzenden Bakterien sind daher auch die leistungsfähigsten Ammoniaklieferanten der nitrifizirenden Bakterien, und die Umwandlung des Harnstoffes in kohlensaures Ammoniak ist der Weg, auf dem hauptsächlich die „Mineralisirung" des organischen Stickstoffes bewirkt wird.

Manche Bakterien vermögen nicht nur organische stickstoffhaltige Körper, sondern auch anorganische stickstoffhaltige Verbindungen, nämlich Nitrate und Nitrite, bis zum Ammoniak zu zersetzen. Diese Ammoniakbildung ist ebenso wie die Nitritbildung aus Nitraten insofern ein rückläufiger Vorgang, als hierdurch die Oxydationsarbeit der nitrifizirenden Bakterien wiederum zu nichte wird, und demnach dieser Reduktionsvorgang eine Umkehr im Kreislauf des Stickstoffes bedeutet.

Die nitratreduzirenden Bakterien sind indessen alle nur in beschränktem Maasse zu dieser Art von Ammoniakbildung befähigt. Für gewöhnlich sind die Ammoniakmengen, die der Zersetzung der Nitrate und Nitrite ihren Ursprung verdanken, wie die im Nachfolgenden beschriebenen Versuche beweisen, nur gering; eine vollständige

---

T. XXV, pag. 727; Annales agronomiques, T. XIX, Nr. X, pag. 506; Agricult. science vol. VIII, 1894, pag. 574. Vgl. auch E. von Sommaruga, Ueber Stoffwechselprodukte von Mikroorganismen, Zeitschr. für Hygiene und Infekt, 1892, Bd. 12, S. 273.

[1]) Vgl. A. Maassen, Beiträge zur Ernährungsphysiologie der Spaltpilze, Arbeiten a. d. Kaiserl. Gesundheitsamte, 1896, Bd 12, S. 833.

[2]) Vgl. hierzu P. Miquel, Etude sur la fermentation ammoniacale et sur les ferments de l'urée, 1898, Paris, G. Carré et C. Naud, Editeurs.

Umsetzung grösserer Mengen der Nitrate findet nur unter bestimmten Verhältnissen statt und auch dann wird meist nicht der gesammte Nitratstickstoff in Ammoniak umgewandelt. Dieser Umstand dürfte auch wohl vorwiegend Leone[1]) zu der Ueberzeugung geführt haben, dass die Mikroorganismen nicht, wie Frankland[2]), O. Loew[3]) und andere Forscher annehmen, aus den Nitraten Ammoniak bilden, sondern die Nitrate bis zum freien Stickstoff zersetzen. Zudem ist der Nachweis dieser Reduktion in eiweisshaltigen Nährböden nicht ohne Weiteres einwandsfrei zu erbringen, da in Folge der durch Zersetzung der Eiweiss- und eiweissartigen Körper eintretenden Ammoniakentwicklung nicht sicher festzustellen ist, ob gleichzeitig eine Ammoniakbildung durch Reduktion der Sauerstoffverbindungen des Stickstoffes stattgefunden hat. Man hat bisher zumeist in dem Verschwinden der Sauerstoffverbindungen des Stickstoffes den Nachweis für die Reduktion der Nitrate zu Ammoniak gefunden.

Von einigen Untersuchern wurde darauf aufmerksam gemacht, dass die Kohlenhydrate die Reduktion der Nitrate zu Ammoniak wesentlich begünstigen. Namentlich O. Loew hat auf diese Eigenschaft der Kohlenhydrate hingewiesen. Nach seiner Ansicht sollen auch die Zuckerarten bei grünen Pflanzen die Veranlassung zur Reduktion der Nitrate geben. Ferner gab E. Marchal[4]) an, dass der Bac. mycoides bei Gegenwart von Traubenzucker in Salpeternährböden anaërob wachse und dabei den gesammten Salpeter bis zum Ammoniak reduzire. Ausserdem fand A. Fichtenholz[5]), dass in einer Nährlösung, welche Glukose als Kohlenstoffquelle und Kaliumnitrat als Stickstoffquelle hatte, eine Bakterienart, die mit dem Bac. subtilis identisch sein soll, den Salpeter bis zum Ammoniak reduzirte. Fichtenholz nennt diesen Vorgang Denitrifikation, im Gegensatz zu anderen Forschern, die diese Bezeichnung, dem allgemeinen Gebrauche zu Folge, nur dem Reduktionsvorgange zukommen lassen, bei dem der Salpeter unter Freiwerden von Stickstoff zerlegt wird.

Der günstige Einfluss dieser Kohlenstoffverbindungen auf den Verlauf des Reduktionsvorganges trat auch bei meinen Versuchen deutlich hervor.

In Gegenwart der Kohlenhydrate oder der mehrwerthigen Alkohole waren viele Bakterien im Stande grössere Mengen von salpetersaurem Salz vollständig zu reduziren. 16 Bakterienarten (darunter 9 gut nitritbildende Arten) wurden in einer 5prozentigen Peptonlösung gezüchtet, die neben 0,1 % Salpeter noch 1,8 % Mannit enthielt. Nach

---

[1]) Th. Leone, Ueber die Reduktion der Nitrate durch Mikroorganismen, Atti d. R. Accad. dei Lincei, 1889, II. Sem., pag. 171; Gazzetta chim. ital., Vol. XX, 1890, pag. 98.

[2]) l. c.

[3]) O. Loew, Ueber das Verhalten niederer Pilze gegen verschiedene anorganische Stickstoffverbindungen, Biolog. Centralbl., 1890, Bd. 10, S. 577. Derselbe, Katalytische Bildung von Ammoniak aus Nitraten, Berichte der deutschen chem. Gesellsch. 1890, S. 675. Derselbe, Ueber die Verarbeitung der salpetersauren Salze in den Pflanzen, Botanisches Centralbl., 1890, Nr. 20.

[4]) Emil Marchal, Ueber die Bildung des Ammoniaks im Erdboden durch Mikroorganismen, Bulletin de l'Académie belgique, 1893, Ser. 3, T. 25, pag. 727; Annales agronomiques, T. 19, Nr. 10, pag. 506; Agricult. science Vol. 8, 1894, pag. 574.

[5]) A. Fichtenholz, Sur un mode d'action du Bacillus subtilis dans les phénomènes de dénitrification. Compt. rend., 1899, Tome 128, pag. 442.

6 wöchigem Wachsthum bei 30° war in den Kulturen von 10 Bakterien: Bac. anthracis, Bac. capsulatus Pfeifferi, Bac. mesentericus vulgatus, Bac. ruber Kiel, Bac. suipestifer, Bac. typhi abdominalis, Bact. coli commune, Staphyl. pyogenes aureus, Staphyl. pyogenes albus und Vibrio Blankenese salpeter- oder salpetrigsaures Salz nicht mehr nachzuweisen; in 2 Bakterienkulturen: Bac. alvei und Bac. cyanogenes war ein Theil des Salpeters zu salpetrigsaurem Kali reduzirt und nur in 3 Bakterienkulturen: Bac. granulosus immobilis, Bac. granulosus mobilis und Bac. megatherium konnte eine Salpeterzersetzung nicht festgestellt werden.

Nach den bisherigen Ermittlungen ist man im Allgemeinen zu der Annahme berechtigt, dass in den Fällen, wo ohne Gasentwicklung (Schaumbildung) ein vollständiges Verschwinden der Nitrate eintritt, das Endprodukt der Reduktion Ammoniak ist. Die vorher angeführten 10 Bakterienarten haben demnach den gesammten Salpeter, dieser Auffassung zu Folge, zu Ammoniak reduzirt.

Der Umwandlung der Nitrate in Ammoniak geht die Reduktion der Nitrate zu Nitriten voraus, so dass die Nitritbildung immer die erste Phase der Reduktion darstellt (O. Loew). Man hielt darum bisher auch alle nitritbildenden Bakterien für befähigt Nitrite in Ammoniak überzuführen. Aus diesem Grunde hat man wohl auch meist unterlassen, die Bakterien in nitrithaltigen Nährböden auf ihre nitritzersetzenden Eigenschaften zu prüfen, wenigstens sind bis jetzt solche Untersuchungen in grösserem Umfange nicht vorgenommen worden.

Es war demnach zunächst nothwendig, eine grössere Anzahl von nitritbildenden und nichtnitritbildenden Mikroorganismen auf ihr Verhalten den Nitriten gegenüber zu untersuchen und hierbei festzustellen, ob und unter welchen Verhältnissen und bei welchem Nitritgehalt des Nährbodens ein Verschwinden des Nitrits bewirkt wird.

In schwach sauren Nährböden wurden die Mikroorganismen durch die Gegenwart von salpetrigsauren Salzen ganz auffallend in ihrem Wachsthum geschädigt, ja für die Mehrzahl der Bakterien erwiesen sich die Nitrite unter diesen Umständen als geradezu giftig. Aehnliche Beobachtungen wurden bereits von O. Loew und von E. Laurent zumeist an Mischkulturen gemacht. Auch in alkalisch reagirenden Nährböden trat schon bei geringem Nitritgehalt eine entwicklungshemmende Wirkung der Nitrite deutlich hervor. Meist vertrugen die Bakterien noch bis zu 0,1 % salpetrigsaures Salz. Unterschiede in der Nitritzersetzung liessen sich jedoch erst bei viel geringerem Nitritgehalt der Nährlösungen leicht nachweisen. Für unsere vergleichenden Untersuchungen zeigte sich am zweckentsprechendsten ein Zusatz von 0,01 und 0,005 % Natriumnitrit zu der 5prozentigen Peptonlösung.

Die Mikroorganismen wurden bei 30° in diesen Nährlösungen von verschiedenem Nitritgehalt gleichzeitig gezüchtet und die Kulturen nach 4wöchigem Wachsthum in der bekannten Weise unter vergleichender Hinzuziehung der ungeimpften, bei denselben Bedingungen verbliebenen Nährlösungen auf Nitrit untersucht.

In der nachfolgenden Zusammenstellung der Versuchsergebnisse wird die 0,01 % Natriumnitrit enthaltende Nährlösung mit Nr. I, die 0,005 % enthaltende mit Nr. II bezeichnet.

1. Bac. acidi lactici: I. Gutes Wachsthum; gelbe, schwach trübe Flüssigkeit; ziemlich starker Satz; starker Indolgeruch; Reaktion ziemlich stark alkalisch, wird ganz schwach alkalisch bis neutral. Mit Säuren erst auf Nitritzusatz starke Röthung (Indolroth).

Nitrit nicht mehr vorhanden.

II. Derselbe Befund.

2. Bac. alvei: I. Gutes Wachsthum; Trübung und starker Bodensatz; Indolgeruch; Reaktion alkalisch, wird schwach sauer. Mit Säuren Röthung (Indolroth).

Nitritgehalt unverändert.

II. Derselbe Befund.

3. Bac. anthracis: I. Gutes Wachsthum; gelbbräunliche, fast blanke Flüssigkeit; Randansatz; starker, flockigwolliger Satz; Reaktion alkalisch, wird ziemlich sauer. Mit Säuren ganz leichte Röthung (kein Indolroth). Nitrit nur noch in geringen Spuren vorhanden.

II Wachsthum u. s. w. der gleiche Befund, mit Säuren jedoch keine Röthung.

Nitrit nicht mehr vorhanden.

4. Bac. aquatilis villosus: I. Gutes Wachsthum; gelbe, schwachtrübe Flüssigkeit; ziemlich starker, gelb gefärbter Satz; Reaktion ziemlich stark alkalisch, wird schwach sauer.

Nitrit nicht mehr vorhanden.

II. Derselbe Befund.

5. Bac. aurantiacus: I. Gutes Wachsthum; gelbe, leicht getrübte Flüssigkeit; ziemlich starker, orangegelb gefärbter Bodensatz; Reaktion alkalisch, wird neutral bis ganz schwach sauer. Mit Säuren ganz geringe Röthung (kein Indolroth). Nitritgehalt unverändert.

II. Der gleiche Befund.

6. Bac. capsulatus Pfeifferi: I. Gutes Wachsthum; hellgelbe, trübe Flüssigkeit, Haut und starker Bodensatz; Reaktion stark alkalisch, wird neutral.

Nitritgehalt etwas verringert.

II. Wachsthum u. s. w. derselbe Befund; hier jedoch nur noch geringe Spuren von Nitrit vorhanden.

7. Bac. cholerae gallinarum: I. Schwaches Wachsthum; Reaktion alkalisch, bleibend. Mit Säuren Röthung (Indolroth). Nitritgehalt unverändert.

II. Der gleiche Befund.

8. Bac. cremoides: I. Ziemlich gutes Wachsthum; hellgelbe, schwach trübe Flüssigkeit; ziemlich starker, beim Schütteln leicht sich vertheilender Satz; Reaktion alkalisch, bleibend.

Nitritgehalt unverändert.

II. Der gleiche Befund.

9. Bac. cuniculicida mobilis: I. Gutes Wachsthum; hellgelbe, schwach trübe Flüssigkeit; ziemlich starker Satz; Reaktion alkalisch, bleibend. Nitritgehalt etwas verringert.

II. Wachsthum u. s. w. der gleiche Befund, hier jedoch Nitrit nicht mehr vorhanden.

10. Bac. cyanofuscus: I. Ziemlich gutes Wachsthum; fast blanke Flüssigkeit; ziemlich starker, grau gefärbter Satz; Reaktion alkalisch, wird fast neutral. Nitritgehalt unverändert

II. Der gleiche Befund.

11. Bac. cyanogenes: I. Gutes Wachsthum; schwach trübe, dunkelbräunlichgelbe Flüssigkeit; starker Satz; fauliger Geruch; Reaktion stark alkalisch, wird neutral bis ganz schwach alkalisch. Mit Säuren röthlichere Färbung (kein Indolroth). Nitritgehalt unverändert.

II. Der gleiche Befund.

12. Bac. diphtheriae columbarum: I. Gutes Wachsthum, hellgelbe, blanke Flüssigkeit; Haut, Randansatz und starker Bodensatz; Reaktion stark alkalisch, wird fast neutral. Mit Säuren schwach röthliche Färbung (kein Indolroth). Nitritgehalt etwas verringert.

II. Wachsthum wie vorher. Nitrit nicht mehr vorhanden.

13. Bac. diphtheriae hominum: I. Gutes Wachsthum, hellgelbe, blanke Flüssigkeit; Haut und ziemlich starker, häutig grieseliger Satz; Reaktion ziemlich stark alkalisch, wird schwach alkalisch. Mit Säuren ziemlich starke Röthung (kein Indolroth).

Nitritgehalt unverändert.

II. Der gleiche Befund.

14. Bac. enteritidis Gärtneri: I. Gutes Wachsthum; gelbe, trübe Flüssigkeit; Haut und Bodensatz; Reaktion alkalisch, wird fast neutral. Nitritgehalt etwas verringert.
II. Wachsthum u. s. w. derselbe Befund. Nitrit nicht mehr vorhanden.

15. Bac. esterificans: I. Schwaches Wachsthum; flockiger Satz; Reaktion alkalisch, bleibend. Nitritgehalt unverändert.
II. Der gleiche Befund.

16. Bac. esterificans fluorescens: I. Ziemlich gutes Wachsthum, Trübung und Satz; fauliger Geruch; Reaktion alkalisch, bleibend. Nitritgehalt unverändert.
II. Der gleiche Befund.

17. Bac. aus frischem Hackfleisch: I. Gutes Wachsthum; trübe, gelbe Flüssigkeit; starker Satz; eigenthümlicher, an faule Zwiebeln erinnernder Geruch; Reaktion stark alkalisch, wird schwach alkalisch. Mit Säuren schwach röthlich (kein Indol)
Nitritgehalt fast unverändert.
II. Wachsthum u. s. w. derselbe Befund. Nitrit nur noch in Spuren vorhanden.

18. Bac. faecalis alkaligenes: I. Gutes Wachsthum; hellgelbe, schwach trübe Flüssigkeit; Randansatz, ziemlich starker, zum Theil etwas häutiger Bodensatz; Reaktion stark alkalisch, bleibt ganz schwach alkalisch. Mit Säuren ganz leichte Röthung (kein Indolroth).
Nitritgehalt unverändert.
II. Der gleiche Befund.

19. Bac. fluorescens liquefaciens: I. Ziemlich gutes Wachsthum; gelbbräunlich gefärbte, trübe Flüssigkeit, ziemlich starker Satz; fauliger Geruch; Reaktion stark alkalisch, bleibt alkalisch. Nitrit nicht mehr vorhanden.
II. Der gleiche Befund.

20. Bac. fluorescens aus faulem Blut: I. Gutes Wachsthum; schwach trübe, gelbbräunliche Flüssigkeit; Randansatz, grieseliges Häutchen; starker, flockiger Satz; Reaktion stark alkalisch, wird neutral. Nitrit nicht mehr vorhanden.
II. Der gleiche Befund.

21. Bac. fluorescens aus faulem Fleisch: I. Gutes Wachsthum; stark trübe, dunkelgelbe Flüssigkeit; starker Bodensatz; Reaktion stark alkalisch, wird ziemlich stark sauer.
Nitrit nicht mehr vorhanden.
II. Der gleiche Befund.

22. Bac. fluorescens aus Wasser: I. Gutes Wachsthum; schwach dunkelgelbe, nur wenig trübe Flüssigkeit; Randansatz; Haut; geringer Bodensatz; fauliger Geruch; Reaktion stark alkalisch, wird schwach sauer. Mit Säuren nach einiger Zeit Röthung (kein Indolroth).
Nitritgehalt unverändert.
II. Der gleiche Befund.

23. Bac. fluorescens non liquef. aus Erbsenaufguss: I. Gutes Wachsthum; trübe, gelbgrünliche Flüssigkeit; ziemlich starker Bakteriensatz; Reaktion stark alkalisch, wird schwach alkalisch. Nitritgehalt unverändert.
II. Der gleiche Befund.

24. Bac. fluorescens non liquefaciens aus Erde: I. Gutes Wachsthum; schwach trübe, grünlichgelbe Flüssigkeit; starker Bodensatz; Reaktion stark alkalisch, wird schwach alkalisch. Mit Säuren röthliche Färbung, die rothe Farbe wird zum Theil von Amylalkohol aufgenommen. Nitritgehalt unverändert.
II Der gleiche Befund.

25. Bac. fluorescens non liquefaciens aus Wasser: I. Ziemlich gutes Wachsthum; Trübung und ziemlich starker Satz; Reaktion ziemlich stark alkalisch, wird ganz schwach alkalisch. Nitritgehalt unverändert.
II. Der gleiche Befund.

26. Bac. fuscus: I. Ziemlich gutes Wachsthum; blanke Flüssigkeit; matte, gelbe Haut; geringer, gelbgefärbter, häutiger Satz; Reaktion alkalisch, wird neutral.
Nitritgehalt unverändert.
II. Der gleiche Befund.

27. Bac. granulosus immobilis: I. Mässiges Wachsthum; durch Flöckchen leicht getrübte Flüssigkeit; flockiger Satz; Reaktion alkalisch, wird schwach sauer.
Nitrit nicht mehr vorhanden.
II. Der gleiche Befund.

28. Bac. granulosus mobilis: I. Mässiges Wachsthum; fast blanke Flüssigkeit; beim Schütteln leicht sich vertheilender Satz; Reaktion alkalisch; wird schwach sauer.
Nitrit nicht mehr vorhanden.
II. Der gleiche Befund.

29. Bac. indigonaceus: I. Gutes Wachsthum; Flüssigkeit blank; ziemlich starker Bodensatz; Reaktion stark alkalisch, wird neutral. Mit Säuren auf Nitritzusatz Röthung; die rothe Farbe wird von Amylalkohol aufgenommen. Nitrit nicht mehr vorhanden.
II. Der gleiche Befund.

30. Bac. mallei: I. Schwaches Wachsthum; schwache Trübung; schwacher Bakteriensatz; Reaktion alkalisch, wird schwach alkalisch. Nitritgehalt unverändert.
II. Der gleiche Befund.

31. Bac. megatherium: I. Gutes Wachsthum; gelbbräunliche, fast blanke Flüssigkeit; ziemlich starker Satz; Reaktion ziemlich stark alkalisch, wird ziemlich sauer. Mit Säuren auf Nitritzusatz Röthung (kein Indolroth). Nitrit nicht mehr vorhanden.
II. Der gleiche Befund.

32. Bac. mesentericus Flügge Nr. 1: I. Gutes Wachsthum; fast blanke, dunkelgelb-röthliche Flüssigkeit; Randansatz; Haut; starker, flockig häutiger Bodensatz; Reaktion stark alkalisch, wird ziemlich stark sauer. Nitrit nicht mehr vorhanden.
II. Derselbe Befund.

33. Bac. mesentericus Flügge Nr. 3: I. Gutes Wachsthum; schwach trübe, hellgelbe Flüssigkeit; Randansatz; grieselige Haut; ziemlich starker, flockig häutiger Satz; Reaktion stark alkalisch, wird neutral. Nitrit nicht mehr vorhanden.
II. Der gleiche Befund.

34. Bac. mesentericus Flügge Nr. 7; I. Gutes Wachsthum; fast blanke, besonders in der Nähe der Oberfläche bräunlich gelb gefärbte Flüssigkeit; Randansatz; starke Haut; starker flockig häutiger Bodensatz; Reaktion stark alkalisch, wird ziemlich stark sauer.
Nitrit nicht mehr vorhanden.
II. Der gleiche Befund

35. Bac. mesentericus niger: I. Gutes Wachsthum; schwache Trübung; Randansatz starker Bodensatz; Reaktion stark alkalisch, wird fast neutral.
Nitrit nur noch in ganz geringen Spuren vorhanden.
II. Wachsthum u. s. w. derselbe Befund. Nitrit nicht mehr vorhanden.

36. Bac. mesentericus ruber: I. Ziemlich gutes Wachsthum; fast blanke, gelbe Flüssigkeit; Haut und Bodensatz; Reaktion ziemlich stark alkalisch, wird schwach sauer.
Nitrit nicht mehr vorhanden.
II. Der gleiche Befund.

37. Bac. mesentericus vulgatus: I. Gutes Wachsthum; klare, bräunlichgelbe Flüssigkeit; Haut und Bodensatz; Reaktion ziemlich stark alkalisch, wird schwach sauer.
Nitrit nur noch in ganz geringen Spuren vorhanden.
II. Wachsthum u. s. w. derselbe Befund. Nitrit jedoch nicht mehr vorhanden.

38. Bac. miniaceus: I. Gutes Wachsthum; ziemlich starke, flockige Trübung; Häutchen; starker Satz; Reaktion stark alkalisch, wird schwach alkalisch bis neutral.
Nitritgehalt fast unverändert.
II. Wachsthum u. s. w. derselbe Befund. Nitrit noch in Spuren vorhanden.

39. Bac. murisepticus: I. Schwaches Wachsthum; schwacher Bodensatz; Reaktion alkalisch, bleibend. Nitritgehalt unverändert.
II. Der gleiche Befund.

40. Bac. mustelae septicus: I. Kräftiges Wachsthum; starke Trübung und starker Bodensatz; Indolgeruch; Reaktion stark alkalisch, wird ganz schwach alkalisch. Mit Säuren erst auf Nitritzusatz starke Rothfärbung (Indolroth). Nitrit nicht mehr vorhanden.
II. Der gleiche Befund.

41. Bac. mycoides: I. Gutes Wachsthum; fast blanke, gelbbräunliche, mit Flöckchen durchsetzte Flüssigkeit; Haut und ziemlich starker Satz; Reaktion stark alkalisch, wird ziemlich stark sauer. Mit Säuren Geruch nach Fettsäuren. Nitrit nicht mehr vorhanden.

II. Der gleiche Befund.

42. Bac. pestis astaci: I. Kräftiges Wachsthum; stark trübe, gelbe Flüssigkeit; sehr starker, flockiger Satz; Reaktion stark alkalisch, wird ziemlich stark sauer. Mit Säuren erst auf Zusatz von Nitrit starke Rothfärbung (Indolroth). Nitrit nicht mehr vorhanden.

II. Der gleiche Befund.

43. Bac. pestis bubonicae: I. Ziemlich gutes Wachsthum; Trübung; ziemlich starker Satz; Reaktion ziemlich stark alkalisch, wird schwach alkalisch. Nitritgehalt unverändert.

II. Der gleiche Befund.

44. Bac. pneumoniae: I. Gutes Wachsthum; ganz schwache Trübung; starker Satz; Reaktion ziemlich stark alkalisch, wird schwach alkalisch.

Nitritgehalt anscheinend unverändert.

II. Wachsthum u. s. w. derselbe Befund. Nitritgehalt etwas verringert.

45. Bac. praepollens: I. Kräftiges Wachsthum; gelbe, gleichmässig trübe, schleimige Flüssigkeit; starker Satz; eigenthümlicher Geruch; Reaktion stark alkalisch, wird stark sauer.

Nitrit nicht mehr vorhanden.

II. Der gleiche Befund.

46. Bac. prodigiosus: I. Gutes Wachsthum; gelbbräunliche, trübe Flüssigkeit; Haut und starker Satz; Reaktion stark alkalisch, wird ganz schwach sauer.

Nitrit nicht mehr vorhanden.

II. Der gleiche Befund.

47. Bac. Proteus mirabilis: I. Gutes Wachsthum; schwach trübe, citronengelbe Flüssigkeit, Haut und starker Bodensatz; Geruch faulig nicht nach Indol; Reaktion stark alkalisch, wird ziemlich sauer. Mit Säuren erst auf Nitritzusatz schwache Röthung (Indolroth).

Nitrit nicht mehr vorhanden.

II. Der gleiche Befund.

48. Bac. Proteus vulgaris: I. Sehr starkes Wachsthum; trübe, bräunlichgelbe Flüssigkeit; Haut und sehr starker Bodensatz; starker Indolgeruch; Reaktion stark alkalisch, wird sauer. Auf Säurezusatz dunklere Färbung mit leichtem Stich in's Rothe; auf Säure- und Nitritzusatz stärkere Rothfärbung (Indolroth). Nitritgehalt etwas verringert.

II. Wachsthum u. s. w. derselbe Befund. Nitrit nicht mehr vorhanden.

49. Bac. Proteus Zenkeri: I. Ziemlich gutes Wachsthum; ganz schwach trübe, gelbe Flüssigkeit; ziemlich starker Bodensatz; kein Indolgeruch; Reaktion alkalisch, bleibt schwach alkalisch. Keine Indolreaktion. Nitritgehalt unverändert.

II. Der gleiche Befund.

50. Bac. Proteus Zopfii: In beiden Nährlösungen Befund wie bei Bac. Proteus Zenkeri.

51. Bac. pseudotuberculosis: I. Ziemlich gutes Wachsthum; flockig getrübte Flüssigkeit mit ziemlich starkem, flockigem Satz; Reaktion ziemlich stark alkalisch, wird schwach alkalisch. Nitritgehalt unverändert.

II. Der gleiche Befund.

52. Bac. psittacosis: I. Gutes Wachsthum; schwach trübe, hellgelbe Flüssigkeit mit starkem, klein flockigem Satz; Reaktion stark alkalisch, wird schwach alkalisch.

Nitrit nicht mehr vorhanden.

II. Der gleiche Befund.

53. Bac. pyocyaneus: I. Gutes Wachsthum; dunkelgrünblaue Flüssigkeit; schleimiger Bodensatz; nicht unangenehmer Geruch; Reaktion stark alkalisch, wird schwach alkalisch bis fast neutral. Mit Säuren Farbenumschlag in dunkelroth. Nitrit nicht mehr vorhanden.

II. Der gleiche Befund.

54. Bac. rhinoscleromatis: I. Ziemlich gutes Wachsthum; schwache Trübung und ziemlich starker Bodensatz; Reaktion ziemlich stark alkalisch, wird ganz schwach alkalisch.

Nitrit noch in Spuren vorhanden.

II. Wachsthum u. s. w. derselbe Befund. Nitrit nicht mehr vorhanden.

55. Bac. rhusiopathiae suis: In beiden Nährlösungen Befund wie bei Bac. murisepticus.

56. Bac. ruber Kiel: I. Gutes Wachsthum; bräunlichgelbe, trübe Flüssigkeit; röthlich gefärbter Randansatz, starker Bodensatz; eigenthümlicher, fauliger Geruch; Reaktion stark alkalisch, wird schwach sauer. Nitrit nicht mehr vorhanden.

II. Der gleiche Befund.

57. Bac. ruber Plymouth: I. Gutes Wachsthum; dunkelgelbröthliche, trübe Flüssigkeit; starker Bodensatz; fauliger Geruch; Reaktion stark alkalisch, wird schwach sauer. Nitritgehalt etwas verringert

II. Wachsthum u. s. w. derselbe Befund. Nitrit nicht mehr vorhanden.

58. Bac ruber-purpureus: I. Recht gutes Wachsthum; roth gefärbte, stark trübe Flüssigkeit; roth gefärbter Randansatz, starker, roth gefärbter Bodensatz; fauliger Geruch; Reaktion stark alkalisch, wird neutral bis ganz schwach sauer. Nitrit nicht mehr vorhanden.

II. Der gleiche Befund.

59. Bac. subtilis: I. Recht gutes Wachsthum; bräunlichgelbe, in der Nähe der Oberfläche stark trübe Flüssigkeit; Randansatz und starke Haut: starker, flockiger Bodensatz; Reaktion stark alkalisch, wird ziemlich stark sauer. Nitritgehalt unverändert.

II. Der gleiche Befund.

60. Bac. suipestifer Selander: I. Gutes Wachsthum; gelbe, trübe Flüssigkeit, Haut und starker Bodensatz; Reaktion ziemlich stark alkalisch, wird ganz schwach alkalisch. Kein Indol. Nitrit nur noch in Spuren vorhanden.

II. Wachsthum u. s. w. derselbe Befund. Nitrit nicht mehr vorhanden.

61. Bac. suipestifer Salmon, Smith s. Hog-cholera Salmon, Smith: I. Gutes Wachsthum; gelbe, schwach trübe Flüssigkeit; grieseliges Häutchen; ziemlich starker Bodensatz; Reaktion ziemlich stark alkalisch, bleibt schwach alkalisch. Kein Indol. Nitritgehalt unverändert.

II. Der gleiche Befund.

62. Bac. suipestifer Billings s. Swine-plague Billings: I. Gutes Wachsthum; gelbe, ziemlich trübe Flüssigkeit; Randansatz; ziemlich starker Bodensatz; Reaktion ziemlich stark alkalisch, bleibt schwach alkalisch. Kein Indol. Nitritgehalt unverändert.

II. Der gleiche Befund.

63 Bac. suisepticus Schütz: I. Ganz schwaches Wachsthum; fast blanke Flüssigkeit, schwacher Bodensatz; Reaktion alkalisch, bleibend. Auf Säure- und Amylalkoholzusatz Röthung des Amylalkohols (Indolroth). Nitritgehalt unverändert.

II. Der gleiche Befund.

Bac. suisepticus Salmon, Smith s. Swine-plague Salmon, Smith: In beiden Nährlösungen derselbe Befund wie bei Bac. suisepticus Schütz.

64. Bac tuberculoides Hormann, Morgenroth (Butterbazillus): I. Gutes Wachsthum; fast blanke Flüssigkeit; graue, matte Haut; schwacher, flockig-häutiger Bodensatz; Reaktion ziemlich stark alkalisch, wird ganz schwach sauer. Nitritgehalt unverändert.

II. Der gleiche Befund.

65. Bac. tuberculoides Möller (Mistbazillus): I. Ziemlich gutes Wachsthum; fast blanke Flüssigkeit; starker, dick-fadenförmiger Bodensatz, der beim Umschütteln korkzieherartig emporwirbelt; Reaktion ziemlich stark alkalisch, wird schwach alkalisch. Nitritgehalt unverändert.

II. Der gleiche Befund.

66. Bac. tuberculoides Möller (Timotheegrasbazillus Nr. 1): In beiden Nährlösungen Befund wie beim Mistbazillus.

67. Bac. tuberculoides Petri (Butterbazillus): In beiden Nährlösungen Befund wie beim Mistbazillus.

68. Bac. tuberculoides Rabinowitsch (Butterbazillus): I. Gutes Wachsthum; fast blanke Flüssigkeit; graue, trockene Haut, ganz schwacher, flockig-häutiger Bodensatz; Reaktion ziemlich stark alkalisch, wird ganz schwach sauer. Nitritgehalt unverändert.

II. Der gleiche Befund.

69. Bac. typhi abdominalis: I. Gutes Wachsthum; schwach trübe Flüssigkeit; starker Bodensatz; Reaktion ziemlich stark alkalisch, wird ganz schwach alkalisch.
Nitrit noch in Spuren vorhanden.
II. Wachsthum u. s. w. derselbe Befund. Nitrit nicht mehr vorhanden.

70. Bac. typhi murium: I. Gutes Wachsthum; hellgelbe, trübe Flüssigkeit; Häutchen; starker Satz; Reaktion ziemlich stark alkalisch, wird ganz schwach alkalisch.
Nitrit noch in Spuren vorhanden.
II. Wachsthum u. s. w. derselbe Befund. Nitrit nicht mehr vorhanden.

71. Bac. violaceus: I. Ziemlich gutes Wachsthum: schwach trübe Flüssigkeit; ziemlich starker, schiefergrauer Bodensatz, Reaktion ziemlich stark alkalisch, wird ganz schwach alkalisch.
Nitritgehalt unverändert.
II. Der gleiche Befund.

72. Bacterium coli commune: I. Gutes Wachsthum, hellgelbe, schwach trübe Flüssigkeit; Häutchen, ziemlich starker Bodensatz; Reaktion ziemlich stark alkalisch, wird neutral bis ganz schwach alkalisch; starker Indolgeruch. Mit Säuren erst auf Nitritzusatz starke Rothfärbung (Indolroth). Nitrit nicht mehr vorhanden.
II. Der gleiche Befund.

73. Bact. coli Nr. 1: I. Gutes Wachsthum: gelbe, schwach trübe Flüssigkeit; starker Satz; Reaktion ziemlich stark alkalisch, wird schwach alkalisch; Indolgeruch. Mit Säuren leichte Rothfärbung, die auf Nitritzusatz stärker wird (Indolroth).
Nitrit noch in Spuren vorhanden.
II. Wachsthum u. s. w. der gleiche Befund. Mit Säuren erst auf Nitritzusatz Indolrothreaktion. Nitrit nicht mehr vorhanden.

74. Bact. coli Nr. 2: In beiden Nährlösungen Befund wie bei Bact. coli commune.

75. Bact. coli Nr. 3: I. Gutes Wachsthum; hellgelbe, trübe Flüssigkeit; ziemlich starker Bodensatz; Reaktion ziemlich stark alkalisch, wird ganz schwach alkalisch; kein auffallender Geruch; kein Indol. Nitritgehalt anscheinend unverändert.
II. Wachsthum u. s. w. derselbe Befund. Nitritgehalt etwas verringert.

76. Bact. coli Nr. 4: I. Gutes Wachsthum; schwach trübe, hellgelbe Flüssigkeit; starker Bodensatz; Reaktion ziemlich stark alkalisch, wird ganz schwach alkalisch; kein auffallender Geruch; kein Indol. Nitrit nicht mehr vorhanden.
II. Der gleiche Befund.

77. Bact. lactis aërogenes: I. Gutes Wachsthum; schwache Trübung; ziemlich starker Satz; Reaktion ziemlich stark alkalisch, wird ganz schwach alkalisch; kein Indol.
Nitritgehalt unverändert.
II. Wachsthum u. s. w. derselbe Befund. Nitritgehalt etwas verringert.

78. Bact. lactis erythrogenes: I. Mittelmässiges Wachsthum; schwach trübe Flüssigkeit; schwacher Bodensatz, der beim Schütteln fadenförmig emporwirbelt; Reaktion alkalisch, wird ganz schwach alkalisch. Mit Säuren Röthung (kein Indolroth).
Nitritgehalt unverändert.
II. Der gleiche Befund.

79. Bact. phosphorescens: I. Gutes Wachsthum; gelbe, ziemlich trübe Flüssigkeit; ziemlich starker Satz; Reaktion ziemlich stark alkalisch, wird schwach alkalisch; kein Indol.
Nitritgehalt unverändert.
II. Der gleiche Befund.

80. Microc. agilis: I. Schwaches Wachsthum; schwach trübe Flüssigkeit; schwacher, roth gefärbter Satz; Reaktion alkalisch, bleibt schwach alkalisch. Mit Säuren röthlichgelbe Färbung (kein Indolroth). Nitritgehalt unverändert.
II. Der gleiche Befund.

81. Micr. candicans: I. Mittelmässiges Wachsthum; schwache Trübung; ziemlich starker Satz; Reaktion alkalisch, wird fast neutral. Nitrit nicht mehr vorhanden.
II. Der gleiche Befund.

82. Micr. carneus: I. Gutes Wachsthum; schwach trübe, röthlichbraune Flüssigkeit; graurothe Haut; ziemlich starker, graurother Satz; Reaktion alkalisch, wird fast neutral. Mit Säuren nach einiger Zeit Rothfärbung (kein Indolroth). Nitritgehalt unverändert.

II. Der gleiche Befund.

83. Monilia candida: I. Mittelmässiges Wachsthum; fast blanke Flüssigkeit; flockig zusammenhängender Bodensatz; Reaktion alkalisch, wird fast neutral. Mit Säuren Röthung (kein Indolroth). Nitritgehalt unverändert.

II. Der gleiche Befund.

84. Oidium lactis: I. Recht gutes Wachsthum; blanke, gelbe Flüssigkeit; sehr starker, dickflockig häutiger, ungefähr die Hälfte des Gefässes ausfüllender Pilzrasen; Reaktion ziemlich stark alkalisch, wird fast neutral. Mit Säuren schwache Röthung (kein Indolroth). Nitritgehalt unverändert.

II. Der gleiche Befund.

85. Sarcina aurantiaca: I. Gutes Wachsthum; ganz schwach trübe Flüssigkeit; ziemlich starker, gelbroth gefärbter Boden- und Wandansatz; Reaktion alkalisch, wird fast neutral. Nitritgehalt unverändert.

II. Der gleiche Befund.

86. Sarcina flava Nr. 1: I. Recht gutes Wachsthum; ganz schwache Trübung; gelber Randansatz; sehr starker, dichter, gelbgefärbter Bodensatz; Reaktion alkalisch, wird neutral. Nitritgehalt unverändert.

II. Der gleiche Befund.

87. Sarcina flava Nr. 2: I. Schwaches Wachsthum; ganz schwache Trübung; schwacher, gelbgefärbter Bodensatz; Reaktion alkalisch, bleibt schwach alkalisch. Nitritgehalt etwas verringert.

II. Wachsthum u. s. w. derselbe Befund. Nitrit nur noch in Spuren vorhanden.

88. Sarcina mobilis: I. Schwaches Wachsthum; schwacher Satz; Reaktion alkalisch, bleibt schwach alkalisch. Nitritgehalt unverändert.

II. Der gleiche Befund.

89. Staphyl. pyogenes albus: I. Mittelmässiges Wachsthum; leichte Trübung; ziemlich starker Satz; Reaktion alkalisch, wird ganz schwach sauer. Nitrit nicht mehr vorhanden.

II. Der gleiche Befund.

90. Staph. pyogenes aureus: Mittelmässiges Wachsthum; Trübung; gelbroth gefärbter Bodensatz; Reaktion alkalisch, wird ganz schwach sauer. Nitrit nicht mehr vorhanden.

II. Der gleiche Befund.

91. Spirillum concentricum: I. Schwaches Wachsthum; fast blanke Flüssigkeit; schwacher, flockiger Satz; Reaktion alkalisch, bleibt schwach alkalisch. Nitritgehalt unverändert.

II. Der gleiche Befund.

92. Spirillum rubrum: I. Gutes Wachsthum; gelbe, schwach trübe Flüssigkeit; ziemlich starker, rothgefärbter Satz; Reaktion alkalisch, bleibt schwach alkalisch. Nitritgehalt unverändert.

II. Der gleiche Befund.

93. Spirillum Rugula: I. Gutes Wachsthum; schwache Trübung; ziemlich starker, beim Schütteln sich ziemlich leicht vertheilender Satz; Reaktion alkalisch, bleibt schwach alkalisch. Nitritgehalt unverändert.

II. Der gleiche Befund.

94. Spirillum serpens: I. Gutes Wachsthum; Trübung und ziemlich starker Satz; Reaktion alkalisch, bleibt schwach alkalisch. Nitritgehalt unverändert.

II. Der gleiche Befund.

95. Spirillum volutans: I. Mittelmässiges Wachsthum; fast blanke Flüssigkeit, schwacher, zum Theil etwas flockiger Bodensatz; Reaktion alkalisch, bleibt schwach alkalisch. Nitritgehalt unverändert.

II. Der gleiche Befund.

96. Vibrio Blankenese: I. Gutes Wachsthum; trübe, bräunliche Flüssigkeit; Haut und starker Bodensatz; kein auffallender Geruch; kein Indol; Reaktion stark alkalisch, wird ziemlich stark sauer. Auf Säure- und Amylalkoholzusatz Gelbfärbung des Amylalkohols. Nitrit nicht mehr vorhanden.

II. Der gleiche Befund.

97. Vibrio Berolinensis: I. Gutes Wachsthum; ziemlich stark trübe, gelbbräunliche Flüssigkeit; starke Haut und starker Satz; Indolgeruch; Reaktion stark alkalisch, wird ganz schwach sauer. Mit Säuren starke Indolrothreaktion. Nitritgehalt unverändert.

II. Der gleiche Befund.

98. Vibrio Buhr: I. Gutes Wachsthum; Häutchen, gelbbräunliche, trübe Flüssigkeit; starker Satz; starker Indolgeruch; Reaktion ziemlich stark alkalisch, wird neutral. Mit Säuren starke Indolrothreaktion. Nitritgehalt unverändert.

II. Der gleiche Befund.

99. Vibrio cholerae asiaticae: I. Gutes Wachsthum; schwach trübe, gelbbräunliche Flüssigkeit; Haut und Bodensatz; starker Indolgeruch; Reaktion ziemlich stark alkalisch, wird neutral. Mit Säuren starke Rothfärbung (Indolroth). Nitritgehalt unverändert.

II. Der gleiche Befund.

100. Vibrio Danubicus: I. Gutes Wachsthum; dunkelgelbbräunliche, schwach trübe Flüssigkeit; starker Satz; Indolgeruch; Reaktion ziemlich stark alkalisch, wird ganz schwach sauer. Mit Säuren starke Indolrothreaktion. Nitritgehalt unverändert.

II. Der gleiche Befund.

101. Vibrio Finkler, Prior: I. Gutes Wachsthum; schwach trübe, gelbe Flüssigkeit; Randansatz und ziemlich starker Bodensatz; Indolgeruch; Reaktion ziemlich stark alkalisch, wird fast neutral. Mit Säuren Rothfärbung (Indolroth). Nitritgehalt unverändert.

II. Der gleiche Befund.

102. Vibrio Massauah: I. Gutes Wachsthum; dunkelgelbe, ziemlich stark trübe Flüssigkeit; starker Satz; Indolgeruch; Reaktion ziemlich stark alkalisch, wird ganz schwach sauer. Mit Säuren starke Indolrothreaktion. Nitritgehalt unverändert.

II. Der gleiche Befund.

103. Vibrio Massauah-Ghinda: I. Gutes Wachsthum; schwach trübe, dunkelgelbe Flüssigkeit; starke Haut; schwacher Bodensatz; Indolgeruch; Reaktion ziemlich stark alkalisch, wird fast neutral. Mit Säuren starke Indolrothreaktion. Nitritgehalt unverändert.

II. Der gleiche Befund.

104. Vibrio Metschnikowi: I. Gutes Wachsthum; Trübung, Haut und ziemlich starker Bodensatz; starker Indolgeruch; Reaktion ziemlich stark alkalisch, wird ganz schwach sauer. Mit Säuren starke Rothfärbung (Indolroth). Nitritgehalt unverändert.

II. Der gleiche Befund.

105. Vibrio Milleri: I. Ziemlich gutes Wachsthum, gelbe, trübe Flüssigkeit; etwas Randansatz; Häutchen; ziemlich starker Bodensatz; Indolgeruch; Reaktion ziemlich stark alkalisch, wird ganz schwach alkalisch. Mit Säuren Röthung (Indolroth). Nitritgehalt unverändert.

II. Der gleiche Befund.

106. Vibrio Mottlau Nr. 1: I. Gutes Wachsthum; ziemlich stark trübe, dunkelgelbe Flüssigkeit; ziemlich starker Satz; kein auffallender Geruch; kein Indol; Reaktion ziemlich stark alkalisch, wird sauer. Nitritgehalt unverändert.

II. Der gleiche Befund.

107. Vibrio Mottlau Nr. 2: I. Gutes Wachsthum; dunkelgelbe, ziemlich trübe Flüssigkeit; Randansatz; Häutchen; ziemlich starker Bodensatz; kein auffallender Geruch; kein Indol; Reaktion ziemlich stark alkalisch, wird ganz schwach alkalisch. Nitritgehalt unverändert.

II. Der gleiche Befund.

108. Vibrio phosphorescens Dunbar: I. Gutes Wachsthum; trübe, gelbbräunliche Flüssigkeit; Randansatz; Häutchen; starker Bodensatz; starker Indolgeruch; Reaktion ziemlich stark alkalisch, wird neutral. Mit Säuren sehr starke Indolrothreaktion. Nitritgehalt unverändert.

II. Der gleiche Befund.

109. Vibrio tyrogenes Deneke: I. Schwaches Wachsthum; gelbe, schwach trübe Flüssigkeit; schwacher Bodensatz; Reaktion alkalisch, wird schwach alkalisch. Mit Säuren leichte Röthung (Indolroth). Nitritgehalt unverändert.

II. Der gleiche Befund.

Bei der vorher beschriebenen Versuchsanordnung zeigten 50 Bakterienarten nitritzerstörende Eigenschaften, während 59 Arten solche nicht erkennen liessen.

Von den 50 nitritzersetzenden Bakterienarten zerstörten 4, nämlich: Bac. fluorescens liquefaciens, Bac. fluorescens aus Blut, Bac. pyocyaneus und Bac. praepollens innerhalb kurzer Zeit selbst grössere Mengen von salpetrigsaurem Salze und zwar unter Stickstoffentwicklung.

Bei den übrigen verlief die Zersetzung sogar geringer Mengen Nitrits nur träge; in manchen Fällen genügten aber noch die Unterschiede im Zersetzungsvermögen, um nahestehende Bakterienarten von einander zu trennen[1]).

So zerstörten z. B. Bact. coli commune Escherich, Bact. coli Nr. 2 und Nr. 4 das salpetrigsaure Salz innerhalb kürzerer Zeit als Bac. enteritidis Gärtneri, Bac. typhi abdominalis, Bact. coli Nr. 1, Nr. 3 und Bact. lactis aërogenes.

Die Fähigkeit Nitrite zu reduziren war auch einzelnen Bakterien eigen, die Nitrate nicht oder nur in kaum merkbarer Weise angreifen. Es sind dies: Bac. fluorescens liquefaciens aus faulem Fleisch, Bac. granulosus immobilis, Bac. granulosus mobilis, Bac. megatherium, Bac. mesentericus vulgatus und Bac. praepollens. Der zuletzt genannte Bazillus bildete hierbei, wie oben erwähnt, Stickstoff.

Von den 59 Arten, die Nitrit nicht zerstörten, reduzirten 41 Arten Nitrat, manche sogar in starker Weise. Hieraus geht hervor, dass der Reduktion der Nitrate zu Nitrit nicht nothwendiger Weise eine Zersetzung der Nitrite folgen muss.

Die kräftig nitratreduzirenden Vibrionen: Vibrio Berolinensis, Vibrio Buhr, Vibrio cholerae asiaticae, Vibrio Danubicus, Vibrio Massauah u. s. w. griffen Nitrite selbst dann nicht an, wenn ihnen dieselben in einer Verdünnung von 1 : 40,000 geboten wurden.

Das Fehlen oder die geringe Ausbildung der nitritzersetzenden Eigenschaft bei nitratreduzirenden und gleichzeitig indolbildenden Bakterien ist die Ursache, dass die Kulturen dieser Bakterien in schwach nitrat- oder nitrithaltigen Peptonnährlösungen unmittelbar auf Zusatz von Mineralsäuren die Indolrothreaktion geben.

In ihrem Verhalten gegen Nitrit wichen von einander ab die unter dem Sammelnamen „Bac. fluorescens" aufgeführten und zum Theil nahe verwandten Bakterienarten. Zwei von ihnen: Bac. fluorescens liquefaciens und Bac. fluorescens aus faulem Blut zersetzten, wie schon erwähnt, die Nitrite in derselben Weise wie Bac. praepollens und Bac. pyocyaneus, eine Art: Bac. fluorescens aus faulem Fleisch brachte das Nitrit ohne Stickstoffentwicklung zum Verschwinden, fünf Arten hingegen: Bac. fluorescens liquefaciens aus Wasser, Bac. fluoresc. non liquef. aus Wasser, Bac.

[1]) Vgl. A. Dieudonné, Beiträge zur Nitritbildung der Bakterien, Arbeiten a. d. Kaiserl. Gesundheitsamte, 1895, Bd. 11, S. 508.

fluoresc. non liq. aus Erde, Bac. fluoresc. non liq. aus Erbsenaufguss und Bac. fluoresc. esterificans vermochten Nitrit nicht zu zersetzen.

Unter den Angehörigen der Proteusgruppe waren zwei: Bac. Proteus mirabilis und Bac. Proteus vulgaris Nitritzersetzer; Bac. Proteus Zenkeri und Bac. Proteus Zopfii dagegen veränderten das salpetrigsaure Salz nicht und unterschieden sich von den beiden zuerst genannten auch noch dadurch, dass sie aus Pepton nicht Indol und aus Harnstoff nicht kohlensaures Ammoniak bilden konnten.

Im Gegensatz zu den „Kartoffelbazillen" und zu einer mir von befreundeter Seite unter dem Namen „Heubazillus" übergebenen Bakterienart war der Bac. subtilis kein Nitritzersetzer.

Die Bakterien der Hühnercholera, der Schweineseuche, der Hog-cholera Salmon, Smith und der Swine-plague Billings reduzirten nicht, während die Bakterien der Schweinepest Selander Nitrit zersetzten.

Unter den Mikrokokken besassen Microc. candicans, Staphyl. pyogenes albus und aureus, unter den Vibrionen der Vibrio Blankenese nitritzersetzende Eigenschaften.

Waren in der Nährlösung neben dem salpetrigsauren Salz noch Kohlenhydrate oder mehrwerthige Alkohole enthalten, so vollzog sich die Reduktion des Nitrits bedeutend lebhafter. Die folgenden Versuchsaufzeichnungen geben hierfür ein Beispiel.

Nr.	Zur Aussaat benutzte Bakterienart:	5prozentige Peptonnährlösung mit:		
		0,1% Natriumnitrit	0,1% Natriumnitrit und 1% Glycerin	0,1% Natriumnitrit und 1% Traubenzucker
1	Bac. capsulat. Pfeifferi	Gutes Wachsthum; hellgelbe, schwach trübe, alkalische Flüssigkeit; Haut und starker Satz. Nitrit noch in grosser Menge vorhanden.	Recht gutes Wachsthum; hellgelbe, stark saure Flüssigkeit; starke Hautbildung, starker Satz. Nitrit nicht mehr vorhanden.	Recht gutes Wachsthum; dunkelgelbe, schwach trübe, alkalische Flüssigkeit; Haut und starker, flockiger Satz. Nitrit nicht mehr vorhanden.
2	Bac. granulosus immobilis	Ziemlich gutes Wachsthum; schwach trübe, gelbe, alkalische Flüssigkeit; ziemlich kräftiger Bodensatz. Nitrit noch in grosser Menge vorhanden.	Gutes Wachsthum; hellgelbe, flockig getrübte, ziemlich stark saure Flüssigkeit. Nitrit nicht mehr vorhanden.	Gutes Wachsthum; dunkelgelbe, blanke, mit Flöckchen durchsetzte, ziemlich stark saure Flüssigkeit, starker Satz. Nitrit noch in Spuren vorhanden.
3	Bac. granulosus mobilis	Ziemlich gutes Wachsthum; gelbe, fast blanke, alkalische Flüssigkeit. Nitrit noch in grosser Menge vorhanden.	Gutes Wachsthum; hellgelbe, schwach trübe, stark saure Flüssigkeit; starker Satz; eigenthümlicher, acetonähnlicher Geruch. Nitrit nicht mehr vorhanden.	Gutes Wachsthum; dunkelgelbe, schwach trübe, stark saure Flüssigkeit. Nitrit noch in geringen Mengen vorhanden.

Nr.	Zur Aussaat benutzte Bakterienart	5prozentige Peptonnährlösung mit:		
		0,1 % Natriumnitrit	0,1% Natriumnitrit und 1% Glycerin	0,1% Natriumnitrit und 1% Traubenzucker
4	Bac. megatherium	Ziemlich gutes Wachsthum; dunkelgelbe, fast blanke, alkalische Flüssigkeit; ziemlich starker Bodensatz. Nitrit noch in grosser Menge vorhanden.	Gutes Wachsthum; fast blanke, schwach saure Flüssigkeit; Randansatz; ziemlich starker, flockiger Bodensatz. Nitrit noch in ziemlichen Mengen vorhanden.	Gutes Wachsthum; dunkelgelbe, blanke, stark saure Flüssigkeit; ziemlich starker Satz. Nitrit nicht mehr vorhanden.
5	Bac. mesentericus vulgatus	Gutes Wachsthum; gelbbräunliche, fast blanke, alkalische Flüssigkeit; Häutchen und starker Satz Nitrit noch in ziemlich grosser Menge vorhanden.	Gutes Wachsthum; dunkelröthlichbraune, alkalische Flüssigkeit; Haut und starker Bodensatz. Nitrit nicht mehr vorhanden.	Gutes Wachsthum; bräunlichgelbe, alkalische Flüssigkeit; Häutchen und starker Satz. Nitrit nicht mehr vorhanden.
6	Bac. pestis astaci	Gutes Wachsthum; gelbe, schwach trübe, alkalische Flüssigkeit; starker, voluminöser Satz; Indolgeruch; auf Säurezusatz Indolrothreaktion. Nitrit noch in grosser Menge vorhanden.	Recht gutes Wachsthum; gelbe, trübe, alkalische Flüssigkeit; starker, voluminöser Satz; schwacher Indolgeruch; erst auf Nitritzusatz mit Säure Indolrothreaktion. Nitrit nicht mehr vorhanden.	Recht kräftiges Wachsthum; trübe, alkalische Flüssigkeit; Haut, sehr starker, voluminöser Satz; Indolgeruch; erst auf Nitritzusatz mit Säure Indolrothreaktion. Nitrit nicht mehr vorhanden.
7	Bac. typhi abdominalis	Schwaches Wachsthum; hellgelbe, schwach trübe, alkalische Flüssigkeit; schwacher Bodensatz; auf Säurezusatz citronengelbe Färbung und nach einiger Zeit schwache Gasentwicklung. (Salpetrige Säure.) Nitrit noch in grosser Menge vorhanden.	Mittelmässiges Wachsthum; hellgelbe, trübe, schwach alkalische Flüssigkeit; ziemlicher Satz. Nitrit nicht mehr vorhanden.	Mittelmässiges Wachsthum; fast blanke, stark saure Flüssigkeit; ziemlicher Bodensatz. Nitrit noch in ziemlich grosser Menge vorhanden.
8	Bact. coli commune Escherich	Mittelmässiges Wachsthum; hellgelbe, schwach trübe, alkalische Flüssigkeit; ziemlicher Satz; Indolgeruch. Auf Säurezusatz röthlich gelbe Färbung. Nitrit noch in grosser Menge vorhanden.	Gutes Wachsthum; hellgelbe, trübe, alkalische Flüssigkeit; ziemlich starker Satz; schwacher Indolgeruch; erst auf Nitritzusatz mit Säuren Indolrothreaktion. Nitrit nicht mehr vorhanden.	Mittelmässiges Wachsthum; fast blanke, stark saure Flüssigkeit; ziemlicher Bodensatz. Nitrit noch in ziemlicher Menge vorhanden.

Die verschiedenen Kohlenhydrate und mehrwerthigen Alkohole verhielten sich in Bezug auf den Verlauf des Reduktionsvorgangs nicht immer gleichartig. So kam

es z. B. vor, dass in einem Falle die Reduktion durch Glycerin oder Mannit, im anderen Falle durch Traubenzucker oder Laevulose günstiger beeinflusst wurde. Manche Bakterien wie z. B. die Bakterien der Swine-plague Billings, der Hog-cholera Salmon, Smith, die selbst bei ganz geringem Nitritgehalt der Nährlösung eine merkbare Zersetzung der salpetrigen Säure nicht herbeiführten, brachten das Nitrit zum Verschwinden, sobald der Nährlösung noch 2 % Glycerin zugefügt wurde; andere hingegen wie die Bakterien der blauen Milch, die Diphtheriebazillen, ferner Bac. faecalis alkaligenes, Bac. subtilis, Bact. lactis erythrogenes, Sarcina flava Nr. I, Vibrio cholerae asiaticae, Vibrio Metschnikowi, Vibrio phosphorescens Dunbar vermochten auch unter diesen Umständen Nitrit nicht zu reduziren.

Ammoniakbildung aus Nitraten und Nitriten in eiweissfreien Kulturflüssigkeiten.

Die Annahme, dass das Verschwinden der Sauerstoffverbindungen des Stickstoffs in Bakterienkulturen auf einer Reduktion zu Ammoniak beruhe, gründet sich bisher vorwiegend auf Versuche, die mit eiweisshaltigen Nährböden angestellt wurden. Bei Gegenwart von Eiweisskörpern und Salpeter ist jedoch, wie bereits am Anfange dieses Abschnittes bemerkt wurde, nicht mit der genügenden Sicherheit festzustellen, ob neben dem Eiweissstickstoff noch Nitratstickstoff in Ammoniak umgewandelt wird. Aus diesem Grunde hielt ich es für zweckmässig, die Reduktion der Nitrate und Nitrite auch in eiweissfreien Nährböden zu verfolgen, die ausser Nitrat oder Nitrit andere Stickstoffquellen nicht besassen. Dabei musste berücksichtigt werden, dass der einwandsfreie Nachweis des Ammoniaks mit Nessler'schem Reagens nur im Destillate der mit Soda oder Magnesia versetzten Kulturflüssigkeiten erbracht werden konnte, sofern Kohlenhydrate oder mehrwerthige Alkohole als Kohlenstoffquellen dienten, da kohlenhydrathaltige Flüssigkeiten bei Zusatz von Nessler'schem Reagens die Ammoniakreaktion vortäuschen können.

Angewandt wurde u. a. eine eiweissfreie Nährlösung, die auf 1 l Wasser, 0,5 g sekundäres Natriumphosphat, 0,5 g Kochsalz, 0,5 g krystallisirte Soda, 0,1 g Magnesiumsulfat, 7 g mit reiner Sodalösung neutralisirte Apfelsäure, 20 g Glycerin und 2,5 g Salpeter enthielt. Die Nährlösung war vollkommen klar und farblos, nitrit- und ammoniakfrei und für blaues, glattes Lackmuspapier schwach alkalisch.

Für die Untersuchungen wurden 27 Bakterienarten ausgewählt, von denen mir bekannt war, dass sie in einfach zusammengesetzten eiweissfreien Nährlösungen[1]) den Ammoniakstickstoff assimilirten. Es sind dies die folgenden Bakterien:

1. Bac. acidi lactici; 2. Bac. capsulatus Pfeifferi; 3. Bac. cyanogenes; 4. Bac. diphtheriae columbarum; 5. Bac. fluorescens liquefaciens; 6. Bac. fluorescens aus

---

[1]) Die Bakterien wuchsen in eiweissfreien Nährböden, welche den Stickstoff nur in Form von kohlensaurem oder apfelsaurem Ammoniak, den Kohlenstoff nur in Form von Glycerin oder Apfelsäure enthielten. So z. B. schon auf einer Nährlösung, die in 1 l Wasser 2 g sekundäres Kaliumphosphat, 0,2 g Magnesiumsulfat, 3 g krystallisirte Soda, 5 g Ammoniumchlorid und 20 g Glycerin hatte. Bedeutend kräftiger entwickelten sie sich, wenn neben Glycerin noch apfelsaures Natron (im 1 6,7 g mit Natronlauge neutralisirte Apfelsäure) vorhanden war, oder wenn an Stelle von Chlorammonium und Soda apfelsaures Ammoniak genommen wurde.

Blut; 7. Bac. fluorescens aus Fleisch; 8. Bac. fluorescens non liquef. aus Erbsenaufguss; 9. Bac. aus rohem Hackfleisch; 10. Bac. granulosus immobilis; 11. Bac. granulosus mobilis; 12. Bac. megatherium; 13. Bac. mesentericus Flügge III; 14. Bac. mesentericus niger; 15. Bac. mesentericus ruber; 16. Bac. mesentericus vulgatus; 17. Bac. miniaceus; 18. Bac. mustelae septicus; 19. Bac. pestis astaci; 20. Bac. prodigiosus; 21. Bac. psittacosis; 22. Bac. pyocyaneus; 23. Bac. ruber Kiel; 24. Bac. ruber Plymouth; 25. Bac. ruber-purpureus; 26. Bact. coli commune; 27. Bact. lactis erythrogenes.

Diese Bakterienarten wurden in der vorher angeführten eiweissfreien Salpeternährlösung auf ihr Verhalten dem Salpeterstickstoff gegenüber geprüft. Nach 4wöchigem Wachsthum bei 28—30° war das Ergebniss:

1. Bac. acidi lactici: Recht gutes Wachsthum; trübe, sauer reagirende Flüssigkeit mit dickem Bakteriensatz; keine Nitrat-, keine Nitrit-, deutliche Ammoniakreaktion. — Schon nach 14tägigem Wachsthum war das Nitrat verschwunden, die Kultur gab zu dieser Zeit aber noch starke Nitritreaktion.

2. Bac. capsulatus Pfeifferi: Kräftiges Wachsthum; gelbgefärbte, trübe, ganz schwach alkalische Flüssigkeit; Hautbildung; ziemlich kräftiger Bakteriensatz; keine Nitrat-, starke Nitritreaktion; deutliche Ammoniakreaktion.

3. Bac. cyanogenes: Gutes Wachsthum; graugelbe, trübe, stark alkalische Flüssigkeit; Haut und dicker, schiefergrauer Bodensatz; auf Säurezusatz Kohlensäureentwicklung; noch sehr deutliche Nitrat-, schwache Nitritreaktion; ganz schwache Ammoniakreaktion.

4. Bac. diphtheriae columbarum: Gutes Wachsthum: trübe, gelblich gefärbte, schwach saure Flüssigkeit; Randansatz; ziemlich starker Bodensatz; keine Nitrat-, starke Nitrit-, schwache Ammoniakreaktion.

5. Bac. fluorescens liquefaciens: Gutes Wachsthum; nicht gefärbte, trübe, stark alkalische Flüssigkeit mit dickem, fadenförmig zusammenhängendem Bodensatz; auf Säurezusatz Kohlensäureentwicklung; keine Nitrat-, keine Nitrit- und keine Ammoniakreaktion. — Nach ungefähr 5 bis 8 Tagen Schaumbildung; keine Nitrat-, ziemlich starke Nitrit- und keine Ammoniakreaktion.

6. Bac. fluorescens aus Blut: Recht gutes Wachsthum; trübe wenig gefärbte, stark alkalische Flüssigkeit; Häutchen, Randansatz, dicker, fadenförmiger Bakteriensatz; mit Säuren Kohlensäureentwicklung; keine Nitrat-, keine Nitrit- und keine Ammoniakreaktion. — Nach 3 Tagen ganz schwache Nitratreaktion, starke Nitritreaktion; nach ungefähr 8 Tagen Schaumbildung, keine Nitratreaktion, noch deutliche Nitritreaktion, keine Ammoniakreaktion.

7. Bac. fluorescens aus faulem Fleisch: Recht kräftiges Wachsthum; grüngefärbte, schwach fluorescirende, trübe, schleimige, stark alkalische Flüssigkeit mit sehr starkem Bodensatz; auf Säurezusatz Kohlensäureentwicklung; noch sehr deutliche Nitratreaktion, ganz schwache Nitritreaktion, ganz schwache Ammoniakreaktion.

8. Bac. fluorescens non liquefaciens aus Erbsenaufguss: Recht gutes Wachsthum; stark alkalische, milchig trübe, schleimige, fluorescirende Flüssigkeit; Randansatz; Häutchen, sehr kräftiger Bodensatz; mit Säuren Kohlensäureentwicklung; noch sehr deutliche Nitrat-, geringe Nitrit- und sehr schwache Ammoniakreaktion.

9. Bac. aus rohem Hackfleisch: Gutes Wachsthum, etwas gelblich gefärbte, trübe, schwach saure Flüssigkeit; ganz schwache Nitrat-, ziemlich starke Nitrit- und schwache Ammoniakreaktion.

10. Bac. granulosus immobilis: Gutes Wachsthum, schwach trübe, alkalische Flüssigkeit mit ziemlich starkem Bakteriensatz; noch sehr deutliche Nitrat-, sehr schwache Nitrit-, schwache Ammoniakreaktion.

11. Bac. granulosus mobilis: Ziemlich gutes Wachsthum; schwach trübe alkalische Flüssigkeit mit ziemlich starkem Bodensatz; noch ziemlich starke Nitrat-, äusserst schwache Nitrit-, schwache Ammoniakreaktion.

12. Bac. megatherium: Ziemlich gutes Wachsthum; gelblich gefärbte, ganz schwach trübe, alkalische Flüssigkeit; Randansatz; ziemlich starker, häutig flockiger Bodensatz; noch sehr deutliche Nitrat-, ganz schwache Nitrit-, schwache Ammoniakreaktion.

13. Bac. mesentericus Flügge III: Gutes Wachsthum; fast blanke alkalische Flüssigkeit, starke, trockne, die ganze Flüssigkeitsoberfläche bedeckende Haut; keine Nitrat-, ziemlich starke Nitrit-, schwache Ammoniakreaktion.

14. Bac. mesentericus niger: Gutes Wachsthum; schwarze, im auffallenden Lichte grünlich schimmernde, stark alkalische fast blanke Flüssigkeit, kräftige, schwarzgraue Haut; auf Säurezusatz Kohlensäureentwicklung; deutliche Nitrat-, ziemlich starke Nitrit-, schwache Ammoniakreaktion.

15. Bac. mesentericus ruber: Gutes Wachsthum; alkalische, in der Nähe der Oberfläche getrübte Flüssigkeit; runzlige Haut; fadenförmig zusammenhängender, durchscheinender Bakteriensatz; keine Nitrat-, ziemlich starke Nitrit-, schwache Ammoniakreaktion.

16. Bac. mesentericus vulgatus: Gutes Wachsthum; in der Nähe der Oberfläche schwach bräunlich gefärbte, stark trübe, alkalische Flüssigkeit; starke Haut; Randansatz; ziemlich starker, fadenförmiger Satz; deutliche Nitrat-, schwache Nitrit-, schwache Ammoniakreaktion.

17. Bac. miniaceus: Gutes Wachsthum; in der Nähe der Oberfläche röthlich gefärbte, trübe, ganz schwach saure Flüssigkeit; röthlich gefärbter Raudansatz; Haut; ziemlich kräftiger Bodensatz; keine Nitrat-, ziemlich starke Nitrit-, ganz schwache Ammoniakreaktion.

18. Bac. mustelae septicus: Gutes Wachsthum; ziemlich stark saure, trübe Flüssigkeit; Häutchen; ziemlich starker, flockiger Bodensatz; keine Nitrat-, schwache Nitrit-, schwache Ammoniakreaktion.

19. Bac. pestis astaci: Recht kräftiges Wachsthum; trübe, in der Nähe der Oberfläche stark trübe, ganz schwach saure Flässiskeit mit kräftigem Bakteriensatz; keine Nitrat-, ziemlich starke Nitrit- und deutliche Ammoniakreaktion.

20. Bac. prodigiosus: Gutes Wachsthum; trübe, dunkelgelb-röthliche, schwach saure Flüssigkeit; Randansatz; starker Bodensatz: keine Nitrat-, ziemlich starke Nitrit-, schwache Ammoniakreaktion.

21. Bac. psittacosis: Ziemlich gutes Wachsthum; gelblich gefärbte, schwach trübe, saure Flüssigkeit mit ziemlich starkem Bakteriensatz; keine Nitrat-, starke Nitrit-, schwache Ammoniakreaktion.

22. Bac. pyocyaneus: Gutes Wachsthum; schwach trübe, bis zum Grunde dunkelgrün gefärbte, schleimige, stark alkalische Flüssigkeit; Randansatz; starker, durchscheinender, fadenförmiger Bakteriensatz; angenehmer Geruch; mit Säuren Kohlensäureentwicklung; keine Nitrat-, keine Nitrit- und keine Ammoniakreaktion. — Nach 24 Stunden starke Nitritreaktion; Schaumbildung; nach 2 bis 3 Tagen keine Nitrat-, keine Nitrit- und keine Ammoniakreaktion.

23. Bac. ruber Kiel: Gutes Wachsthum; trübe, ganz schwach alkalische Flüssigkeit; schwach röthlich gefärbter Randansatz; starker Bodensatz; keine Nitrat-, ziemlich starke Nitrit-, deutliche Ammoniakreaktion.

24. Bac. ruber Plymouth: Gutes Wachsthum; ganz schwach alkalische, gelbe, stark trübe, schleimige Flüssigkeit, Randansatz; starker Bodensatz; keine Nitrat-, ziemlich starke Nitrit-, schwache Ammoniakreaktion.

25. Bac. ruber-purpureus: Kräftiges Wachsthum; gelbe, stark trübe, stark saure Flüssigkeit; Häutchen, schwachroth gefärbter Randansatz; starker Bodensatz; keine Nitrat- und keine Nitritreaktion; deutliche Ammoniakreaktion. Nach ungefähr 14 Tagen keine Nitrat-, starke Nitrit-, schwache Ammoniakreaktion.

26. Bact. coli commune: Gutes Wachsthum; gelblich gefärbte, trübe, ganz schwach saure Flüssigkeit mit starkem Bakteriensatz; keine Nitrat-, keine Nitrit-, deutliche Ammoniakreaktion. — Nach ungefähr 14 Tagen keine Nitrat-, starke Nitrit-, schwache Ammoniakreaktion.

27. Bact. lactis erythrogenes: Kräftiges Wachsthum; trübe, alkalische Flüssigkeit mit dickem, gelb gefärbtem Bakteriensatz; ganz geringe Nitrat-, ziemlich starke Nitrit-, schwache Ammoniakreaktion.

Die in die Versuche eingezogenen Mikroorganismen gelangten in der eiweissfreien, salpeterhaltigen Nährlösung sämmtlich zur Entwicklung, die meisten sogar recht kräftig.

Für das Wachsthum der Bakterien war der Salpetergehalt der Nährlösung von massgebender Bedeutung. In Nährlösungen mit 0,2 bis 0,5 % Salpeter wuchsen die Bakterien gut, bei schwächerem Salpetergehalt verschlechterte sich das Wachsthum entsprechend der Verringerung des Salpeterzusatzes und in der salpeterfreien Nährlösung blieb die Entwicklung vollkommen aus. In Folge des Bakterienwachsthums nahm der Salpetergehalt in allen Kulturen allmählich ab; dies liess sich auch feststellen bei solchen Bakterien, die den Salpeter nicht angriffen, wenn organische stickstoffhaltige Verbindungen (Eiweisskörper) zugegen waren.

Eine direkte Assimilation der Salpetersäure, wie sie z. B. Frankland[1]) bei seinem Bac. aquatilis vermuthete, konnte bei keiner Bakterienart nachgewiesen werden. Mit der Abnahme des salpetersauren Salzes ging in allen Fällen die Bildung von salpetrigsaurem Salz einher. Die meisten Bakterien wandelten innerhalb kurzer Zeit grössere Mengen von Nitrat in Nitrit um, so dass ihre Kulturen bald nitratarm und stark nitrithaltig wurden. Einige Bakterien wie Bac. granulosus immobilis, Bac. granulosus mobilis, Bac. cyanogenes, Bac. fluoresc. liquef. aus Fleisch, Bac. fluoresc. non liquef. aus Erbsenaufguss häuften in ihren Kulturen salpetrigsaures Salz nicht an, sondern bildeten nicht viel mehr, als sie jeweilig zu verarbeiten im Stande waren.

Die Zeit, in der sich die Umwandlung des gesammten Salpeters in salpetrigsaures Salz vollzog, war verschieden. Bakterien, wie Bac. pyocyaneus, Bac. fluroresc. liquef. und Bac. fluorescens aus Blut führten das Nitrat in 1 und 5 Tagen vollkommen in Nitrit über, andere Bakterien brauchten hierzu zum Theil 10 bis 14 Tage, zum Theil 3 bis 4 Wochen; die schwach nitritbildenden Bakterien 6 bis 10 Wochen.

Das salpetrigsaure Salz konnte an Stelle des salpetersauren Salzes auch von vornherein den Bakterien als Stickstoffquelle dienen. In der 0,18 % Natriumnitrit oder 0,2 % Kaliumnitrit enthaltenden Nährlösung wuchsen die Bakterien ebenso kräftig wie in der Nährlösung mit 0,25 % Salpeter.

Im Verlauf des Bakterienwachsthums (nach 4 bis 10 Wochen) verschwanden die Sauerstoffverbindungen des Stickstoffs allmählich aus den Kulturen: die Bakterien reduzirten das salpetrigsaure Salz zu Ammoniak. Die Nitritbildung war demnach die erste, die Ammoniakbildung die zweite Phase des Stickstoffassimilationsprozesses.

Mit Ausnahme von Bac. fluor. liquef., Bac. fluor. aus Blut und Bac. pyocyaneus zersetzten die Bakterien das Nitrit nur langsam; auch die meisten nitritanhäufenden Bakterien reduzirten von ihrem Nitritvorrath nicht viel mehr zu Ammoniak als dem augenblicklichen Bedarf entsprach. In den Kulturflüssigkeiten liessen sich daher selbst auf der Höhe des Wachsthums grössere Mengen von Ammoniak nicht nachweisen. Zu Ende des Wachsthums waren sogar für gewöhnlich in den Kulturflüssig-

---

[1]) a. a. O.

keiten, die in Folge der Oxydation des apfelsauren Natrons zu kohlensaurem Natron stark alkalisch geworden waren, nachweisbare Mengen von Ammoniak nicht mehr vorhanden.

Die Mehrzahl der Bakterien führte die Sauerstoffverbindungen ganz oder doch zum grössten Theil in Ammoniak über; einige (Bac. acidi lactici, Bac. prodigiosus, Bac. ruber Kiel, Bac. ruber Plymouth, Bac. ruber-purpureus) bildeten bei längerem Wachsthum neben Ammoniak geringe Mengen von freiem Stickstoff. Die stark nitritzersetzenden Bakterien Bac. fluorescens liquef., Bac. fluorescens aus Blut und Bac. pyocyaneus zerlegten das salpetrigsaure Salz unter Freiwerden grösserer Mengen von Stickstoff und bildeten nur so viel Ammoniak, als sie zum Aufbau ihrer Leibessubstanz bedurften. In ihren Kulturen konnte daher für gewöhnlich Ammoniak nicht nachgewiesen werden; der Nachweis der Ammoniakbildung gelang, wenn die Bakterien bei reger Sauerstoffzufuhr gezüchtet wurden [1]).

Eine Umwandlung des Nitratstickstoffes in organische stickstoffhaltige Verbindungen, wie sie von Berthelot [2]) und Bréal [3]) angenommen wird und nach Burri und Stutzer [3]) beim Bac. denitrificans II vorkommen soll, liess sich bei den von mir untersuchten Bakterien nicht feststellen.

In keinem Falle wurde wahrgenommen, dass in den Kulturen eine stickstoffhaltige organische Verbindung in grossen Flocken sich ansammelte, wie Burri und Stutzer beobachtet haben wollen [4]). Es ist jedoch nicht ausgeschlossen, dass trotzdem auch bei unseren Versuchen ein Theil des assimilirten Nitratstickstoffes von der Bakterienzelle in Form organischer Stickstoffverbindungen wieder ausgeschieden wurde.

Dass ein geringer Theil des Nitratstickstoffs selbst in Kulturen von solchen Bakterien festgelegt werden kann, die den grössten Theil des Nitratstickstoffs in Form von elementarem Stickstoff wieder ausscheiden, beweisen die Versuche von Pfeiffer und Lemmermann [5]).

Im Allgemeinen darf man es als feststehend erachten, dass bei Anwesenheit gut nährender stickstoffhaltiger organischer Verbindungen der Nitratstickstoff von den Bakterien nicht oder doch nur in ganz verschwindendem Maasse zum Aufbau ihrer Leibessubstanz verwerthet wird.

Die Reduktion der Nitrate dient in der Regel den Bakterien nicht als ein Mittel zur Deckung ihres Stickstoffbedarfs; sie ist vielmehr eine Umsetzung, die für die Energieentwicklung von Bedeutung ist und mehr zum dynamogenen als zum plastischen Theil des Stoffwechsels gehört.

---

[1]) Vgl. hierzu S. A. Sewerin, Centralbl. für Bakteriologie u. s. w., Abth. II, 1897, Bd. 3, S. 560.

[2]) M. Berthelot, Sur la transformation, dans le sol, des azotates en composés organiques azotés, Comptes rendus, 1888, Tome 106, pag. 638.

[3]) a. a. O.

[4]) Im Laufe des Bakterienwachsthums bildeten sich aus dem Glycerin Körper, die mit Nessler'schem Reagens einen schwarzgrauen Niederschlag gaben und die Fehling'sche Lösung reduzirten; ausserdem entstanden in vielen Kulturen Verbindungen, die mit Kali- oder Natronlauge Rothfärbungen erzeugten (Proskauer'sche Reaktion).

[5]) Th. Pfeiffer und O. Lemmermann, Ueber Denitrifikationsvorgänge, die Landwirthschaftl. Versuchsstationen, (Dr. Friedr. Nobbe), 1898, Bd. 50, S. 115.

Die Bildung von freiem Stickstoff aus Nitraten und Nitriten durch die sogenannten denitrifizirenden Bakterien.

R. Burrri und A. Stutzer[1]) waren die Ersten, die veranlasst durch die Beobachtungen Wagner's und Bréal's versuchten, aus Pferdemist und Getreidestroh Mikroorganismen zu isoliren, welche den Salpeter unter Freiwerden von Stickstoff zersetzen. Es gelang ihnen, aus Pferdemist eine Bakterienart (Bac. denitrificans I) zu züchten, die in Symbiose mit dem Bact. coli commune in einer 0,3—0,5 % Salpeter enthaltenden Nährbouillon den gesammten Salpeter unter Entbindung von Stickstoff zum Verschwinden brachte. Ferner fanden sie auf Getreidestroh ein Bakterium (Bac. denitrificans II), das noch viel kräftiger schon allein für sich den Salpeter unter Stickstoffbildung zerstörte. Einige Zeit nach diesen Untersuchungen beschrieb J. Schirokikh[2]) einen denitrifizirenden Bazillus, den Aebi aus Pferdemist isolirt hatte. Dieser Aebi'sche Bazillus bildet Sporen, verflüssigt Gelatine und zerstört bei 30—35° innerhalb 5 bis 8 Tagen 2,5 g Salpeter in 100 ccm Bouillon. G. Ampola und E. Garino[3]) züchteten aus Rindermist ein lebhaft bewegliches, aërob und anaërob wachsendes Stäbchen (Bac. denitrificans agilis), das gleichfalls salpeterzerstörende Eigenschaften besitzt. O. Künnemann[4]) fand im Pferdemist, auf Roggen- und Haferstroh einen feinen, beweglichen Bazillus, der mit dem Bac. denitrificans II Burri und Stutzer wahrscheinlich identisch ist. Auch aus Erde konnte Künnemann einen Bazillus isoliren, der in allen wesentlichen Eigenschaften mit dem aus Pferdemist und Stroh gezüchteten übereinstimmte, jedoch im Gegensatz zu diesem sowohl bei reichlicher Durchlüftung als auch in Gegenwart von Wasserstoff eine Verzögerung der Denitrifikation zeigte. Ausserdem erhielt Künnemann aus Pferdemist und Kuhmist eine Bakterienart, die in Symbiose mit einem anderen Bakterium (Bact. coli) aus Salpeter Stickstoff bildete, und die allem Anscheine nach mit Bac. denitrificans I Burri und Stutzer übereinstimmt. Ferner fand derselbe Forscher in einer Erdprobe aus Glogau ein bisher noch nicht beschriebenes Bakterium (Bac. denitrificans III), dessen Fähigkeit Salpeter zu zerstören beim Weiterzüchten in salpeterfreien Nährböden abnahm, beim Fortzüchten in Salpeterbouillon dagegen gesteigert wurde. Aus zwei anderen Erdproben züchtete Künnemann schliesslich noch zwei nitratzerstörende Bakterien, von denen der eine mit dem Bac. fluorescens liquefaciens, der andere mit dem Bac. pyocyaneus identisch war. Ausser Künnemann haben noch Sewerin[5]) und Weissenberg[6]) die denitrifizirenden Eigenschaften des Bac.

[1]) R. Burri und A. Stutzer, Ueber Nitrat zerstörende Bakterien und den durch dieselben bedingten Stickstoffverlust, Centralblatt für Bakteriologie u. s. w., Abth. II, 1895, Bd. 1, S. 258.

[2]) J. Schirokikh, Ueber einen neuen Salpeter zerstörenden Bazillus, Centralblatt für Bakteriologie u. s. w, Abth. II, 1896, Bd. 2, S. 204.

[3]) G. Ampola und E. Garino, Ueber die Denitrifikation, ibidem, Abth. II, Bd. 2, S. 670.

[4]) O. Künnemann, Ueber denitrifizirende Mikroorganismen, die Landwirthschaftl. Versuchsstationen (Dr. Friedr. Nobbe), 1898, Bd. 50, S. 65.

[5]) S. A. Sewerin, Zur Frage über die Zersetzung salpetersaurer Salze durch Bakterien, Centralblatt für Bakteriologie u. s. w., Abth. II, 1897, Bd. 3, S. 504 und 554.

[6]) Hugo Weissenberg, Studien über Denitrifikation, Archiv für Hygiene, 1897, Bd. 30, S. 274.

fluorescens und des Bac. pyocyaneus in qualitativer und quantitativer Hinsicht näher studirt. S. A. Sewerin[1]) traf den Bac. pyocyaneus im Pferdemist an, gleichzeitig mit einer anderen stark denitrifizirenden Bakterienart, dem Vibrio denitrificans. Weissenberg benutzte zu seinen Versuchen Laboratoriumskulturen des Bac. pyocyaneus, bei denen Lehmann und Neumann denitrifizirende Fähigkeiten erkannt hatten.

Weitere Beispiele für das Vorkommen salpetervergährender Bakterienarten in Thierexkrementen, im Mist und im Erdboden lieferte H. Jensen[2]). Er kultivirte aus Kuh- und Meerschweinchenkoth, Pferdemist und Erde vier neue denitrifizirende Bakterienarten und nannte sie: Bact. centropunctatum, Bact. filefaciens, Bact. Hartlebii und Bact. nitrovorum.

Nach Jensen sollen Denitrifikationsbakterien nur im Kothe der Pflanzenfresser konstant vorkommen. Auf Grund einiger Versuche vertritt er die Anschauung, dass diese Mikroorganismen gegen äussere Einflüsse wenig widerstandsfähig sind. Er glaubt, dass die Denitrifikationsbakterien theils im Körper des Menschen und der nicht Pflanzen fressenden Thiere absterben, theils durch die in den menschlichen Exkrementen enthaltenen „kräftig Salpeter assimilirenden Bakterien“, die allen Salpeter „gleich in die organische Form“ umwandeln, überwuchert und an der Entfaltung ihrer Stickstoff abspaltenden Eigenschaft gehindert werden.

Dass denitrifizirende Bakterien auch in den Faeces des Menschen vorkommen, wurde von mir vor einigen Jahren festgestellt. Neben ausschliesslich nitritbildenden Bakterien fand ich wiederholt in menschlichen Exkrementen eine Bakterienart mit stark denitrifizirenden Eigenschaften. Diese Bakterienart (Bac. praepollens) zerstörte in Symbiose mit anderen Bakterien den Salpeter unter Stickstoffentwicklung; sie zersetzte Eiweiss und Harnstoff und bildete angenehm riechende Ester (Fruchtäther).

Ueber die Biologie und die chemischen Leistungen des Bac. praepollens habe ich vor Kurzem[3]) berichtet. Das Verhalten des Bazillus den Nitraten und Nitriten gegenüber gab mir die Veranlassung, ihn zum Studium der Denitrifikation zu benutzen.

Ausser dem Bac. praepollens standen mir noch drei andere denitrifizirende Bakterienarten zur Verfügung, die den Salpeter ohne fremde Hülfe unter Stickstoffbildung zerlegten: Bac. fluorescens liquefaciens, Bac. fluorescens aus faulem Blut und Bac. pyocyaneus.

In allen Fällen wandelten die vorher genannten drei für sich allein nitratvergährenden Bakterien zunächst das Nitrat in Nitrit um und bildeten erst aus diesem neben kohlensaurem Alkali gasförmigen Stickstoff.

Die Umwandlung des Nitrats in Nitrit und die Zerlegung des Nitrits unter Bildung von kohlensaurem Alkali und freiem Stickstoff sind, wie schon Weissenberg hervorhob, zwei durchaus verschiedene Vorgänge.

---

[1]) S. A. Sewerin, Zur Frage über die Zersetzung salpetersaurer Salze durch Bakterien, Centralblatt für Bakteriologie u. s. w., Abth. II, 1897, Bd. 3, S. 504 und 554.

[2]) Hjalmar Jensen, Beiträge zur Morphologie und Biologie der Denitrifikationsbakterien, Centralblatt für Bakteriologie u. s. w., Abth. II, 1898, Bd. 4, S. 401 und 409.

[3]) Albert Maassen, Fruchtäther bildende Bakterien, Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamte 1899, Bd. 15, S. 500.

Allem Anscheine nach ist mit der Nitritbildung die Oxydation von Wasserstoff- und mit der Stickstoffbildung die Oxydation von Kohlenstoffatomen verbunden. Dabei wird bei dem zuletzt genannten Vorgange durch die Zerlegung der salpetrigen Säure und durch die Oxydation des Kohlenstoffs eine Energiequelle geschaffen, welche den sonst aëroben Bakterien die Mittel zum anaëroben Wachsthum giebt.

Die Denitrifikation ist demnach im Grunde genommen nichts anderes als eine besondere Art von katalytischer Sauerstoffübertragung, die als Nitritvergährung bezeichnet werden darf, zumal da hierbei im Verhältniss zur gebildeten Pilzmasse beträchtliche Mengen Nitrit der Zersetzung anheimfallen. Die hier dargelegte Ansicht stützt sich u. A. auf Befunde, nach denen die Sauerstoffaufnahme aus der Luft (K. Wolf[1]) und die Entwicklung von freier Kohlensäure beim Wachsthum (S. A. Sewerin[2]) in Gegenwart und in Abwesenheit von Salpeter gleich sind; die Bildung von gebundener Kohlensäure aber in den Kulturen mit Salpeter, entsprechend dem verbrauchten Nitritstickstoff grösser ist, als in den Kulturen ohne Salpeter.

Von allen benutzten Bakterienarten war der Bac. pyocyaneus der kräftigste Salpeterzersetzer. In Bouillon und in 5prozentiger Peptonlösung zerstörte er bei 30° innerhalb 5 bis 10 Tagen bis zu 1 % Salpeter unter Freiwerden von Stickstoff und unter Bildung von kohlensaurem Kali.

Bac. fluorescens liquefaciens und Bac. fluorescens aus faulem Blut vergohren innerhalb 14 Tagen bei 28—30° in Bouillon bis zu 0,6 %, in 5prozentiger Peptonlösung dagegen nur bis zu 0,2 % Salpeter.

Der Bac. praepollens vermochte, wie erwähnt, den Salpeter nur in Symbiose mit anderen Bakterienarten unter Freiwerden von Stickstoff und Bildung von kohlensaurem Kali zu zerstören und zwar, wie die Versuche lehrten, ausschliesslich mit solchen, die ihrerseits den Salpeter zu Nitrit reduzirten.

Seine salpeterzerstörenden Leistungen standen im direkten Verhältniss zu den nitritbildenden Leistungen der in Gesellschaft mit ihm lebenden Bakterienart.

Als besonders geeignet für die gemeinsame Thätigkeit mit dem Bac. praepollens erwiesen sich die folgenden Bakterienarten:

1. Bac. acidi lactici; 2. Bac. capsulatus Pfeifferi; 3. Bac. cremoides; 4. Bac. cuniculicida mobilis; 5. Bac. diphtheriae columbarum; 6. Bac. enteritidis Gärtneri; 7. Bac. aus rohem Fleisch; 8. Bac. indigonaceus; 9. Bac. mesentericus ruber; 10—12. Bac. mesentericus Flügge I, III und VII; 13. Bac. mustelae septicus; 14. Bac. mycoides; 15. Bac. miniaceus; 16. Bac. prodigiosus; 17. Bac. pneumoniae; 18. Bac. Proteus mirabilis; 19. Bac. Proteus vulgaris; 20. Bac. psittacosis; 21. Bac. rhinoscleromatis; 22. Bac. ruber Kiel; 23. Bac. ruber Plymouth; 24. Bac. ruber-purpureus; 25. Bac. suipestifer; 26. Bac. Hog-cholera Salmon, Smith; 27. Bac. Swine-plague Billings; 28. Bac. typhi abdominalis; 29. Bac. typhi murium; 30. Bac. violaceus; 31. Bact. coli commune; 32—35. Bact. coli I, II, III und IV; 36. Bact. lactis aërogenes;

---

[1]) Kurt Wolf, Ueber Denitrifikation, Hygienische Rundschau, 9. Jahrg., 1899, S. 538.
[2]) a. a. O.

37. Bact. phosphorescens; 38. Microc. candicans; 39.—40. Staphyl. pyogenes albus und aureus; 41. Sarcina flava II; 42. Vibrio Blankenese; 43. Vibrio Mottlau II; 44. Vibrio tyrogenes Deneke.

Beim Zusammenleben mit den genannten Bakterien zerstörte der Bac. praepollens in 5prozentiger Peptonlösung mit 0,5—0,6 % Salpeter bei 30° meist schon innerhalb 10 bis 14 Tagen den gesammten Salpeter. Die gleichen Mengen vergohr er in Symbiose mit Bac. fluorescens liquefaciens und Bac. fluorescens aus Blut, also mit zwei Bakterien, die für sich allein in der Peptonlösung aus Salpeter mehr Nitrit bildeten als sie unter Stickstoffentwicklung zerlegen konnten.

In Gesellschaft mit Bac. anthracis oder Bac. mallei zersetzte er bis zu 0,3 % und im Verein mit Bac. diphtheriae hominum, Bac. mesentericus niger, oder Microc. carneus zwischen 0,1 und 0,2 % Salpeter.

Die Zersetzung ging stets einher mit mehr oder minder starker Schaumbildung an der Oberfläche der Kulturflüssigkeit.

Am zweiten, zuweilen erst am vierten oder fünften Tage des Wachsthums setzte die Gährung ein; sie erreichte meist schnell ihre Höhe und dauerte nur selten länger als 8—12 Tage.

Beim Eintritt der Gährung wurde die Farbe der Kulturflüssigkeit heller; die Flüssigkeit trübte sich in ihrer ganzen Ausdehnung, auf ihrer Oberfläche erschienen kleine Gasperlen, die sich stetig vermehrten und die allmählich einen feinblasigen Schaum bildeten, welcher mehrere Centimeter hoch an der Gefässwandung emporstieg.

Das Ende der Gährung war an der Beschaffenheit des Schaums — der vorher feinblasige Schaum wurde grossblasig — zu erkennen. Die vollständige Zersetzung des Salpeters zeigte sich durch zahlreiche kleine Krystalle an, welche die Wandungen des Gefässes bedeckten und ausserdem dadurch, dass die Kulturflüssigkeiten auf Säurezusatz lebhafte Kohlensäureentwicklung gaben.

Eine schlechte Salpetervergährung, die wegen der wenig ausgeprägten und schnell wieder verschwindenden Schaumbildung der Beobachtung leicht entgehen kann, bewirkte der Bac. praepollens mit einer Anzahl gut nitritbildender Bakterien. So z. B. mit: Bac. pestis astaci, Vibrio cholerae asiaticae, Vibrio Berolinensis, Vibrio Danubicus, Vibrio Massauah, Vibrio Massauah-Ghinda, Vibrio Metschnikowi, Vibrio phosphorescens Dunbar. Diese Bakterien kamen, wie das Vorhandensein ihrer Stoffwechselprodukte (Indol) und wie die Plattenkulturen zeigten, in Gemeinschaft mit dem Bac. praepollens gut zur Entwicklung, sie waren aber durch die Anwesenheit des Bac. praepollens gehindert, ihre nitritbildenden Fähigkeiten voll zu entfalten, da die Kulturen nitritfrei waren und stark nitrathaltig blieben.

Wurde der Bac. praepollens für sich allein in nitrithaltigen 5prozentigen Peptonnährlösungen gezüchtet, so vermochte er bis zu 1,2 % salpetrigsaures Salz unter Stickstoffbildung zu zerlegen.

Der Bac. pyocyaneus und die beiden fluorescirenden Bakterien leisteten unter diesen Ernährungsverhältnissen weniger. Bac. pyocyaneus und Bac. fluorescens aus Blut waren gegenüber salpetrigsaurem Salz weniger empfindlich als Bac. fluorescens liquefaciens. Sie wuchsen noch gut in einer Peptonlösung, die 1 % Natriumnitrit

enthielt, während der Bac. fluorescens liquefaciens bei diesem Nitritgehalt der Nährlösung nicht mehr zur Entwicklung kam. Bac. pyocyaneus zerstörte bis zu 0,6 %, die beiden fluorescirenden Bakterien nur bis zu 0,15 % Nitrit. Es liegt dies zum Theil daran, dass in den Kulturen der zuletzt genannten Bakterien sehr rasch eine Anhäufung von kohlensaurem fixem Alkali Platz griff, wodurch, wie schon Burri und Stutzer feststellten, Wachsthum und Gährung gehemmt werden. In den Kulturen des Bac. praepollens häufte sich das fixe kohlensaure Alkali bedeutend langsamer an, weil der Bazillus aus dem Pepton grosse Mengen von Fettsäuren bildete und diese das dem Nitrit entstammende Alkali mit Beschlag belegten, so dass hier neben kohlensaurem Ammoniak zunächst nur fettsaures fixes Alkali entstand.

Die erzeugten Fettsäuren genügten, um in einer 5 prozentigen Peptonnährlösung mit 0,6 % Natriumnitrit das gesammte freiwerdende fixe Alkali zu binden, da erst bei höherem Nitritgehalt der Nährlösung sich fixes kohlensaures Alkali in den Kulturen durch die Tüpfelprobe auf blauviolettem, glattem Lackmuspapier (bleibende Blaufärbung) nachweisen liess [1]).

Die Nitrat- und Nitritvergährung verläuft stets am kräftigsten in solchen Nährböden, die den Bakterien neben gutem Nährmaterial in den Nährstoffen selbst die Bedingungen zur Säurebildung geben.

Der Bac. pyocyaneus und die beiden fluorescirenden Bakterienarten vergohren mehr Nitrit, wenn in der Peptonlösung Kohlenhydrate oder mehrwerthige Alkohole zugegen waren, also Kohlenstoffverbindungen, aus denen auch diese Bakterien Säure bilden konnten.

So zerstörte der Bac. pyocyaneus, wenn der Peptonlösung 1,5 % Laevulose oder Glycerin zugefügt wurden, beinahe doppelt so viel Nitrit (0,9 %) als in der einfachen 5 proz. Peptonlösung.

Die Abhängigkeit vom Nährmaterial war beim Bac. praepollens grösser als bei den drei anderen denitrifizirenden Bakterien. Er gelangte in eiweissfreien Nährlösungen nicht zur Entwickelung, während jene 3 Bakterien hierin gut gediehen. War jedoch in der Flüssigkeit ein fester Eiweisskörper wie Fibrin suspendirt, so kam der Bac. praepollens zum Wachsthum; er zersetzte alsdann in der Lösung enthaltenes Nitrit unter Stickstoffentwicklung. Das Fibrin wurde von ihm peptonisirt und unter Bildung nicht stinkender Produkte weiter zerlegt.

In der von mir benutzten eiweissfreien Nährlösung (0,5 g sekundäres Natriumphosphat, 0,5 g Chlornatrium, 0,1 g Magnesiumsulfat, 0,5 bis 1,0 g kryst. Soda, 20 bis 50 g Glycerin, 7 g mit Sodalösung neutralisirte Apfelsäure und 0,5 bis 1,5 g

[1]) Mit Hülfe der Tüpfelprobe auf blauviolettem Lackmuspapier lässt sich die Säurebildung durch Bakterien aus Eiweiss und eiweissähnlichen Körpern in den alkalischen Bakterienkulturen leicht nachweisen. Die Gegenwart der Säure zeigt sich dadurch an, dass die durch kohlensaures Ammoniak bedingte alkalische Reaktion nach dem Verdunsten der Kulturflüssigkeit auf dem blauvioletten Lackmuspapier einer mehr oder minder starken sauren Reaktion Platz macht. Auf diese Weise gelingt z B. der Nachweis der Säurebildung aus Pepton bei: Bac. alvei; Bac. anthracis; Bac. fluor. aus faulem Fleisch; Bac. fluor. liquef. aus Wasser; Bac. mesentericus vulgatus; Bac. mesentericus Flügge I und VII; Bac. pestis astaci; Bac. praepollens; Bac. subtilis; Vibrio Blankenese; Vibrio Mottlau I u. a. m.

Salpeter auf 1 l Wasser), zerstörten innerhalb 4 Wochen bei 30° der Bac. fluorescens aus Blut bis zu 0,5 %, der Bac. fluorescens bis zu 0,6 % und der Bac. pyocyaneus in ungefähr 20 Tagen sogar bis zu 1,4 % Salpeter.

Sie wuchsen ferner und zerlegten den Salpeter unter Freiwerden von Stickstoff in Nährlösungen, welche die vorher angeführten Salze und nur apfelsaures, milchsaures oder citronensaures Natron (im 1 $^1/_{10}$ Mol.) als Kohlenstoffquellen enthielten.

Sie kamen jedoch nicht zur Entwickelung, wenn ihnen nur Rohr- oder Milchzucker als Kohlenstoffquelle geboten wurde.

Nach den Untersuchungen Jensen's[1]) sollen, worauf Stutzer[2]) noch besonders aufmerksam machte, die denitrifizirenden Bakterien „mit Glycerin oder Traubenzucker als einziger Kohlenstoffquelle nicht existiren können", sie sollen nach ihm erst dann diese Körper angreifen, wenn durch andere organische Verbindungen z. B. durch gewisse organische Säuren das Wachsthum eingeleitet ist.

Ich kann Jensen hierin nicht beistimmen.

Sowohl der Bac. pyocyaneus als auch die beiden fluorescirenden Bakterien wuchsen und zerstörten den Salpeter unter Freiwerden von Stickstoff in Nährsalzlösungen, die Salpeter (0,5 %) als Stickstoffquelle und nur Glycerin (1,5 %), Mannit (1,0 %) oder Traubenzucker (0,8 %) als Kohlenstoffquelle hatten.

In diesen Nährlösungen zeigte sich die Salpeterzersetzung gleichfalls durch Schaumbildung auf der Oberfläche der Flüssigkeiten an; die Gasbildung verlief jedoch hier im Allgemeinen träge, so dass sie der Beobachtung entgehen konnte, wenn die Versuche nicht im Gährrohr angestellt wurden.

Als Gährröhrchen dienten U-förmig gebogene Glasröhren, deren geschlossene Schenkelrohre 1,3 cm und deren offene Schenkelrohre im unteren Theile den gleichen, im oberen 2,3 cm lichten Durchmesser hatten. Der geschlossene Schenkel war in eine Spitze ausgezogen, welche zur Gasentnahme leicht durch Abbrechen geöffnet werden konnte.

Die Röhrchen wurden mit 40 ccm Nährlösung beschickt. Nach ungefähr 14 Tagen war die Gährung beim Bac. pyocyaneus sowohl in der Glycerin- als auch in der Mannit- und Traubenzuckerlösung beendet und der Salpeter vollständig verschwunden. Die mit der Glycerinnährlösung beschickten Gährröhrchen zeigten im geschlossenen Schenkel eine 8 cm hohe, die mit Traubenzucker und die mit Mannitnährlösung beschickten eine 12 cm hohe Gasschicht. Die beiden fluorescirenden Bakterien hatten nach dieser Zeit den Salpeter noch nicht vollständig vergohren; in ihren Kulturen fand sich neben salpetrigsaurem Salz noch salpetersaures Salz vor. Die Gasschicht war in der Traubenzuckernährlösung 2 cm, in der Mannitlösung 0,5 cm

---

[1]) Hjalmar Jensen, Das Verhältniss der denitrifizirenden Bakterien zu einigen Kohlenstoffverbindungen, Centralbl. für Bakteriologie u. s. w. Abth. II, 1897, Bd. 3, S. 622 und 689. Derselbe, Denitrifikationsbakterien und Zucker, ibidem, Abth. II, 1899, Bd. 5, S. 716.

[2]) A. Stutzer, Bemerkungen zu vorstehender Arbeit über „das Verhältniss der denitrifizirenden Bakterien zu einigen Kohlenstoffverbindungen, ibidem, 1897, Bd. 3, S 698;

Stutzer und Hartleb, Neue Untersuchungen über Salpeter zerstörende Bakterien, Mittheilung der Landwirthschaftl. Institute der Kgl. Universität Breslau, 1899, Heft 1, S. 1.

und in der Glycerinnährlösung beim Bac. fluorescens liquefaciens 1 cm, beim Bac. fluorescens aus Blut 4,5 cm hoch.

Ausser von der Nährtüchtigkeit der Kohlenstoffverbindungen hing die Denitrifikation wesentlich ab von den äusseren Bedingungen, unter denen das Wachsthum der Bakterien erfolgte, vor Allem von den Temperaturverhältnissen und von dem Zutritt des Sauerstoffs.

Der Bac. praepollens zersetzte salpetrigsaures Salz am besten bei einer Temperatur von 28—30°; er vergohr daher auch am kräftigsten Salpeter in Symbiose mit nitritbildenden Bakterien, die bei dieser Temperatur gut gediehen. Eine Abnahme seiner Gährthätigkeit und seines Wachsthums trat schon bei 37° ein; bei 39—40° kam er nicht mehr zur Entwicklung.

Der Bac. pyocyaneus vermochte innerhalb weiter Temperaturgrenzen (18—45°) seine salpeterzerstörende Thätigkeit auszuüben. Am kräftigsten denitrifizirte er bei 35—37°; bei 18—25° verlief die Gährung langsamer und die Mengen Salpeter, die zersetzt wurden, waren geringer. Von 38° an nahm mit steigender Temperatur die Denitrifikation stetig ab; bei 45,5° kam der Bazillus noch verhältnissmässig gut fort, seine Gährthätigkeit war jedoch bedeutend herabgedrückt.

Die beiden fluorescirenden Bakterien denitrifizirten am raschesten bei einer Temperatur von 26—30°; Temperaturen über 35° wirkten auf Wachsthum und Salpeterzersetzung ungünstig ein.

Die Denitrifikation vollzog sich nicht nur bei Gegenwart sondern auch bei Abwesenheit von Sauerstoff. Sie war aber bei allen Bakterien unter anaëroben Verhältnissen weniger kräftig als bei mässigem Luftzutritt.

Durch reichliche Sauerstoffzufuhr — starke Durchlüftung — wurde die Gährthätigkeit des Bac. praepollens nur wenig beeinflusst, die Gährleistungen des Bac. pyocyaneus und der beiden fluorescirenden Bakterien wurden jedoch ganz erheblich geschwächt.

Die Schwächung der Gährthätigkeit war nicht mit einer entsprechenden Einbusse der Fähigkeit, aus Nitraten Nitrite zu bilden, verknüpft. Selbst unter stark gährungshemmenden Einflüssen ging die Reduktion des Nitrats zu Nitrit noch lebhaft von Statten. Die Hemmung oder Abschwächung der Denitrifikation zeigte sich in Folge dessen durch einen den gewöhnlichen Verhältnissen nicht entsprechenden Nitritgehalt der Kulturen an.

Eine Verzögerung oder Abschwächung der Denitrifikation verursachten alle Einflüsse, die auf die Entwicklung und die Lebensäusserungen der Bakterien einwirkten. Bei Anwesenheit von entwicklungshemmenden Stoffen wie Aetzkalk, Schwefelsäure, Karbolsäure u. a. m. nahm Wachsthum und Denitrifikation gleichmässig ab. Unter dem Einflusse erhöhter Temperatur erfolgte neben der Abschwächung anderer Lebensäusserungen der Bakterien (Farbstoffbildung, Peptonisirungsvermögen u. s. w.) allmählich auch eine Verminderung der Gährungsenergie und des Gährvermögens. So erlitt z. B. der Bac. pyocyaneus durch monatelang fortgesetzte Züchtung in Bouillon und auf Agar bei 45,5° eine merkliche Einbusse seines Vermehrungs- und Denitrifikationsvermögens.

Eine Abnahme der Denitrifikation soll nach Künnemann, wie bereits an anderer Stelle erwähnt, auch dadurch eintreten, dass die Bakterien längere Zeit an der Ausübung dieser Fähigkeit gehindert werden.

Künnemann fand, dass der Bac. denitrificans III seine denitrifizirende Eigenschaft allmählich einbüsste, wenn er auf nitratfreiem Nährboden längere Zeit fortgezüchtet wurde. Th. Pfeiffer und O. Lemmermann[1]) bestätigten dies; sie beobachteten dabei, dass der Bazillus sich auf Nitratbouillon nur noch ganz schlecht entwickelte, wenn er seine Fähigkeit Nitrate zu zerstören verloren hatte.

Die von mir untersuchten Bakterien zeigten keine Abnahme der denitrifizirenden Eigenschaft, trotzdem Bakterienstämme sich darunter befanden, die jahrelang auf nitratfreiem Nährboden fortgezüchtet waren.

Schon bei den Durchlüftungsversuchen hatte ich wahrgenommen, dass die Schädigung der Denitrifikation nicht regelmässig mit einer Verschlechterung des Wachsthums einherging, und dass die Gährthätigkeit der Bakterien nicht immer im direkten Verhältniss zur gebildeten Pilzmasse stand. Im Verlaufe der Untersuchungen liess sich dann weiter feststellen, dass gewisse sauerstoffreiche Körper, nämlich die Chlorate, dem salpeterhaltigen Nährboden zugesetzt, die Gährung stark herabdrückten, ohne eine Schädigung des Wachsthums herbeizuführen.

Schon in einer Verdünnung von 1 : 5000 wirkte chlorsaures Kali verzögernd auf die Denitrifikation ein. Ein Zusatz von 0,5 bis 0,6 % dieses Salzes zum Nährboden setzte Gährungsenergie und Gährvermögen erheblich herab, während das Bakterienwachsthum nicht nur nicht geschädigt, sondern sogar begünstigt wurde.

In eiweissfreien Nährböden, die neben 0,5 % Salpeter 0,6 % Kaliumchlorat enthielten, liess sich z. B. beim Bac. pyocyaneus eine Denitrifikation nicht mehr erkennen. Die Gasbildung blieb trotz üppigen Wachsthums aus und die Kulturen enthielten noch nach 2 Monaten salpetrigsaures Salz, während unter sonst gleichen Bedingungen ohne Zusatz von chlorsaurem Kali schon nach 24 Stunden starke Gasbildung eintrat und nach 48 Stunden Nitrat und Nitrit nicht mehr nachweisbar waren[2]).

Die Farbstoffbildung des Bac. pyocyaneus wurde schon durch den Salpeter, worauf bereits Sewerin hinwies, günstig beeinflusst; sie erfuhr durch das chlorsaure Kali noch eine ganz bedeutende Steigerung. Die Kulturflüssigkeiten färbten sich bei Gegenwart von Salpeter und chlorsaurem Kali bis zum Grunde tief dunkelblau und nahmen auf Säurezusatz eine dunkelrothe Färbung an.

Auch andere Eigenschaften des Bac. pyocyaneus traten in diesen Kulturen deutlicher hervor.

---

[1]) Th. Pfeiffer und O. Lemmermann, Ueber Denitrifikationsvorgänge, die Landwirthschaftl. Versuchsstationen, 1898, Bd. 50, S. 115.

[2]) Es erscheint mir nicht überflüssig darauf hinzuweisen, dass der Nachweis des Salpeters bei Gegenwart von Chloraten nicht durch Diphenylamin zu erbringen ist, da Diphenylamin mit den Chloraten die gleiche Reaktion giebt wie mit den Nitraten und Nitriten. Hier führt die Reduktion der Nitrate mit metallischem Magnesium, wie früher beschrieben, zum Ziele.

So war der dem Bac. pyocyaneus eigenthümliche blumenartige Geruch besonders kräftig vorhanden und auch die Schleimbildung stark entwickelt.

Bemerkt zu werden verdient, dass die Perchlorate ohne Einfluss auf die Denitrifikation waren.

Die Bildung von Stickstoff und anderen gasförmigen Körpern in nitrathaltigen Nährböden durch gewöhnliche nitratreduzirende Bakterien.

Die bei der Zerlegung der Salpetersäure durch die Bakterien sich bildenden gasförmigen Produkte bestehen nicht immer aus reinem Stickstoff.

Schloesing, Dehérain und Maquenne, Gayon und Dupetit, Tacke u. A. fanden, dass bei der Zersetzung des Salpeters in Gegenwart organischer Stoffe nicht selten neben freiem Stickstoff und Kohlensäure auch die niederen Oxydationsstufen des Stickstoffs: Stickstoffoxyd und Stickstoffoxydul gebildet werden.

Ein Beispiel hierfür bietet die sogenannte Salpetersäure-Gährung der Melasse, bei welcher der in der Melasse enthaltene Salpeter unter Bildung von Stickstoffoxyd zersetzt wird.

Gayon und Dupetit wollen beobachtet haben, dass der von ihnen isolirte Bac. denitrificans α den Salpeter unter Bildung niederer gasförmiger Oxydationsstufen des Stickstoffs zu zersetzen im Stande ist. Andere Forscher haben bei ihren Versuchen mit Reinkulturen von denitrifizirenden Bakterien eine solche Zersetzung des Salpeters nicht wahrgenommen.

Burri und Stutzer sowie Weissenberg fanden in den Gährgasen nur reinen Stickstoff, Ampola und Garino neben Stickstoff noch (ungefähr 15%) Kohlensäure. Auch Th. Pfeiffer und O. Lemmermann wiesen Stickstoff und (13,7—21,4%) Kohlensäure nach; ausserdem beobachteten sie, dass der Bac. denitrificans II α var. in Salpeterbouillon neben diesen Gasen noch geringe Mengen von Wasserstoff bildet.

Die von mir untersuchten denitrifizirenden Bakterien erzeugten in der nitrat- oder nitrithaltigen Peptonlösung reinen Stickstoff und niemals dessen gasförmige Oxydationsstufen.

Auch unter anderen Ernährungsverhältnissen bei Gegenwart der verschiedenartigsten Kohlenstoffverbindungen: Kohlenhydrate, mehrwerthige Alkohole, organische Säuren, Asparagin, Harnstoff u. s. w. verlief die Zersetzung der Nitrate und Nitrite durch den Bac. pyocyaneus und durch die beiden fluorescirenden Bakterien, die der Nitrite durch den Bac. praepollens nicht anders, nur geringe Mengen von Kohlensäure wurden zuweilen neben Stickstoff vorgefunden.

Es zeigte sich indess im Verlauf der Untersuchungen, dass bei Anwesenheit gewisser leicht oxydir- und vergährbarer Kohlenstoffverbindungen, wie Kohlenhydrate und mehrwerthige Alkohole, viele Bakterien, denen bisher ein Denitrifikationsvermögen überhaupt nicht zugeschrieben wurde, eine Zersetzung des Salpeters unter Bildung von Stickstoff bewirkten, dem stets geringe Mengen von Stickoxyd und in manchen Fällen ausserdem noch Kohlensäure und Wasserstoff beigemengt waren.

100 Bakterienarten wurden daraufhin geprüft.

Als Nährlösung diente eine 5 prozentige Peptonlösung, der 0,5 % Salpeter und 1 % Glycerin zugefügt waren. Die Kulturen wurden im Gährrohr angelegt und nach ungefähr 4 wöchigem Wachsthum (30 °) untersucht.

Ueber das Ergebniss der Untersuchung giebt die folgende Zusammenstellung Aufschluss.

1. Bac. acidi lactici: Starke Gasbildung, 6,5 cm hohe Gasschicht; gutes Wachsthum, im offnen Schenkel und in der Biegung des Gährrohres ziemlich starke, im geschlossenen Schenkel schwache Trübung; starker Satz; alkalische Flüssigkeit; mit Säuren schwache Röthung (Indolroth); mit Säuren und Nitrit starke Indolrothreaktion; ganz schwache Nitrit-, keine Nitratreaktion.

2. Bac. alvei: Keine Gasbildung; ziemlich gutes Wachsthum; in beiden Schenkeln blanke, mit Flöckchen durchsetzte, gelbe Flüssigkeit von stark saurer Reaktion; flockiger Satz in der Biegung; keine Nitritreaktion, starke Nitratreaktion.

3. Bac. anthracis: Keine Gasbildung; gutes Wachsthum, im geschlossenen Schenkel hellgelbe, blanke, schwach alkalische Flüssigkeit, im offenen Rohr dunkelgelbe, fast blanke, schwach saure Flüssigkeit; starke Nitritreaktion; mit Säuren Gelbfärbung und ziemliche Gasentwicklung.

4. Bac. aquatilis villosus: Keine Gasbildung; gutes Wachsthum, im offenen Schenkel ganz schwache Trübung, gelbgefärbter Randansatz, Häutchen und starker, gelbgefärbter Bakteriensatz; alkalische Reaktion; starke Nitritreaktion; mit Säuren röthlichgelbe Färbung und ziemliche Gasentwicklung.

5. Bac. aurantiacus: Keine Gasbildung; gutes Wachsthum, im offenen Schenkel ganz schwache Trübung; alkalische Reaktion; starker, orangegelbgefärbter Satz; keine Nitritreaktion, starke Nitratreaktion.

6. Bac. capsulatus Pfeifferi: Starke Gasbildung, 7 cm hohe Gasschicht; gutes Wachsthum, bräunlichgelbe, alkalische, trübe Flüssigkeit, starker Satz; ziemlich starke Nitritreaktion; mit Säuren gelbröthliche Färbung und ganz schwache Gasentwicklung.

7. Bac. cremoides: Keine Gasbildung; ziemlich gutes Wachsthum; alkalische, im offnen Schenkel schwach trübe Flüssigkeit; starke Nitritreaktion; mit Säuren Gelbfärbung und ziemliche Gasentwicklung.

8. Bac. cuniculicida mobilis: Starke Gasbildung, 5 cm hohe Gasschicht; gutes Wachsthum, in beiden Schenkeln gelbbräunliche, ziemlich stark trübe, schwach alkalische Flüssigkeit, starker Bakteriensatz; starke Nitritreaktion; mit Säuren Gelbfärbung und ziemliche Gasentwicklung.

9. Bac. cyanofuscus; Keine Gasbildung; ziemlich gutes Wachsthum, im offnen Schenkel schwache Trübung, Häutchen, blaugefärbter Randansatz, ziemlich starker Bakteriensatz, alkalisch reagirende Flüssigkeit; schwache Nitritreaktion, ziemlich kräftige Nitratreaktion.

10. Bac. cyanogenes: Keine Gasbildung; gutes Wachsthum, im offnen Schenkel schwach trübe, in beiden Schenkeln alkalisch reagirende Flüssigkeit; kräftiger Bakteriensatz; ganz geringe Nitrit-, starke Nitratreaktion.

11. Bac. diphtheriae columbarum: Starke Gasbildung, 5 cm hohe Gasschicht; gutes Wachsthum, in beiden Schenkeln ziemlich stark trübe, alkalische Flüssigkeit; Haut und starker Satz; starke Nitritreaktion; mit Säuren Gelbfärbung und ziemliche Gasentwicklung.

12. Bac. diphtheriae hominum: Keine Gasbildung; gutes Wachsthum, nur im offnen Schenkel geringe Trübung, ziemlich starke Haut und häutig-grieseliger Satz; alkalische Reaktion; starke Nitritreaktion; mit Säuren Gelbfärbung und schwache Gasentwicklung.

13. Bac. enteritidis Gärtneri: Starke Gasbildung, 5 cm hohe Gasschicht; gutes Wachsthum, dunkelgelbröthliche, im offnen Schenkel etwas stärker trübe, saure Flüssigkeit; kräftiger Bakteriensatz; starke Nitritreaktion; auf Säurezusatz Gelbfärbung und ziemliche Gasentwicklung.

14. Bac. esterificans: Keine Gasbildung; gutes Wachsthum, schwache Trübung in beiden Schenkeln, ziemlich stark saure Reaktion; an den Rohrwandungen und in der Biegung ziemlich starker Bakterienbelag; ganz schwache Nitritreaktion, starke Nitratreaktion.

15. Bac. aus rohem Hackfleisch: Starke Gasbildung, 5 cm hohe Gasschicht; gutes Wachsthum, im offnen Schenkel dunklere Färbung und stärkere Trübung; neutrale Reaktion;

Häutchen und kräftiger Bakteriensatz; starke Nitritreaktion; mit Säuren Gelbfärbung und schwache Gasentwicklung.

16. Bac. faecalis alkaligenes: Keine Gasbildung; ziemlich kräftiges Wachsthum; im offnen Schenkel schwach trübe, hellgelbe, alkalische Flüssigkeit; ziemlich kräftiger Satz; ziemlich starke Nitritreaktion; mit Säuren Gelbfärbung und ganz schwache Gasentwicklung.

17. Bac. fluorescens liquefaciens: Starke Gasbildung, 10 cm hohe Gasschicht; kräftiges Wachsthum, im offnen Schenkel stark, im geschlossenen schwach trübe, stark alkalische Flüssigkeit; Haut und Bakteriensatz; keine Nitrit- und keine Nitratreaktion. Das gebildete Gas enthält kein Stickstoffoxyd.

18. Bac. fluorescens aus faulem Blut: Ziemlich starke Gasbildung, 4 cm hohe Gasschicht; gutes Wachsthum, schwach trübe, im offnen Schenkel dunkler gefärbte und stärker alkalische Flüssigkeit; Häutchen und ziemlich kräftiger Bakteriensatz; starke Nitritreaktion; mit Säuren Gelbfärbung und schwache Gasentwicklung; keine Nitratreaktion; im Gährgas kein Stickstoffoxyd.

19. Bac. fluorescens aus faulem Fleisch: Keine Gasbildung; recht kräftiges Wachsthum, im geschlossenen Schenkel schwache Trübung; im offnen Rohr und in der Biegung gelbbräunliche Färbung und ziemlich kräftige Trübung; starker Bakteriensatz; eigenthümlicher Geruch; die Flüssigkeit im geschlossenen Schenkel ist stark schwefelwasserstoffhaltig; Reaktion zuerst stark alkalisch, nach dem Verdunsten der Flüssigkeit stark sauer; keine Nitrit-, starke Nitratreaktion.

20. Bac. fluorescens aus Spreewasser: Keine Gasbildung; gutes Wachsthum, schwach trübe, alkalische Flüssigkeit; starke Haut und Bakteriensatz; keine Nitrit-, starke Nitratreaktion.

21. Bac. fluorescens non liquefaciens aus Erde: Keine Gasbildung: gutes Wachsthum, alkalische, im offnen Schenkel und in der Biegung trübe Flüssigkeit mit ziemlich starkem Bakteriensatz; ziemlich kräftige Nitritreaktion; auf Säurezusatz gelbere Färbung und schwache Gasentwicklung.

22. Bac. fluorescens aus Erbsenaufguss: Keine Gasbildung; gutes Wachsthum; im offnen Schenkel und in der Biegung ziemlich stark trübe, alkalische Flüssigkeit mit starkem Bakteriensatz; ganz schwache Nitritreaktion, starke Nitratreaktion.

23. Bac. fuscus: Keine Gasbildung; gutes Wachsthum, alkalische, nicht getrübte Flüssigkeit; in der Biegung starker, häutiger, dunkelgelber Satz; starke, dunkelgelbe Haut; keine Nitrit-, starke Nitratreaktion.

24. Bac. granulosus immobilis: Keine Gasbildung; gutes Wachsthum, schwach saure, nicht getrübte Flüssigkeit; geringer Randansatz, starker Bakteriensatz; keine Nitrit-, starke Nitratreaktion.

25. Bac. granulosus mobilis: Keine Gasbildung; gutes Wachsthum; im offnen Schenkel in der Nähe der Oberfläche trübe, schwach saure Flüssigkeit, Randansatz und starker Satz in der Biegung; keine Nitrit-, starke Nitratreaktion.

26. Bac. indigonaceus; Keine Gasbildung; gutes Wachsthum, alkalische, im geschlossenen Schenkel schwach, im offnen ziemlich stark trübe Flüssigkeit mit ziemlich kräftigem Bakteriensatz; starke Nitritreaktion; auf Säurezusatz Gelbfärbung und schwache Gasentwicklung.

27. Bac. mallei: Keine Gasbildung; ziemlich gutes Wachsthum; schwach alkalische, trübe Flüssigkeit mit ziemlich starkem Bakteriensatz; starke Nitritreaktion; mit Säuren Gelbfärbung und ziemliche Gasentwicklung.

28. Bac. megatherium: Keine Gasbildung; gutes Wachsthum, im offnen Schenkel durch Flöckchen getrübte Flüssigkeit von schwach alkalischer Reaktion; dichter, flockiger Satz; keine Nitrit-, starke Nitratreaktion.

29. Bac. mesentericus Flügge Nr. 1: Keine Gasbildung; gutes Wachsthum, im offnen Schenkel und in der Biegung dunklere Färbung, Flöckchen und ganz schwache Trübung; Häutchen und Randansatz; starker flockiger Bakteriensatz; Reaktion im geschlossenen Rohr alkalisch, im offnen ziemlich stark sauer; eigenthümlicher Geruch; ziemlich kräftige Nitritreaktion; mit Säuren Gelbfärbung und schwache Gasentwicklung.

30. Bac. mesentericus Flügge Nr. III: Ganz geringe Gasbildung; gutes Wachsthum; in der Nähe der Oberfläche schwach trübe und etwas dunkler gefärbte Flüssigkeit, die im offnen Schenkel stark, im geschlossenen schwach alkalisch ist; starke Haut; beim Umgiessen und

auf Erschütterung perlt die Flüssigkeit im geschlossenen Schenkel auf; starke Nitritreaktion; mit Säuren gelbröthliche Färbung und ziemliche Gasentwicklung.

31. Bac. mesentericus Flügge Nr. VII: Keine Gasbildung; gutes Wachsthum, im offnen Schenkel Flöckchen und ganz schwache Trübung; gelbbräunliche Färbung bis in die Biegung; Haut und Randansatz; starker, flockiger Bakteriensatz; im offnen Rohr saure, im geschlossenen alkalische Reaktion; eigenthümlicher Geruch; ziemlich kräftige Nitritreaktion; mit Säuren gelbere Färbung und schwache Gasentwicklung.

32. Bac. mesentericus niger: Keine Gasbildung; gutes Wachsthum, alkalische, im offnen Schenkel bis zur Biegung bräunlich gefärbte Flüssigkeit, Randansatz, Haut und starker Bodensatz; starke Nitritreaktion; mit Säuren gelbere Färbung und ziemliche Gasentwicklung.

33. Bac. mesentericus ruber: Schwache Gasbildung, 1,5 cm hohe Gasschicht; gutes Wachsthum, in der Nähe der Oberfläche stark dunkelbraunroth gefärbte Flüssigkeit, von alkalischer Reaktion, geringe Flöckchenbildung, starke Haut; ziemlich kräftige Nitritreaktion; mit Säuren gelbere Färbung und schwache Gasentwicklung.

34. Bac. mesentericus vulgatus: Keine Gasbildung; gutes Wachsthum; alkalische, in der Nähe der Oberfläche dunkelröthlichbraun gefärbte Flüssigkeit; Randansatz, starke Haut, schwacher Bodensatz; schwache Nitritreaktion; mit Säuren keine Gasentwicklung.

35. Bac. miniaceus: Ziemlich starke Gasbildung, 3,5 cm hohe Gasschicht; gutes Wachsthum, schwach saure, trübe, im offnen Schenkel dunkler gefärbte Flüssigkeit; Randansatz und ziemlich kräftiger Bodensatz; starke Nitritreaktion; mit Säuren Gelbfärbung und schwache Gasentwicklung.

36. Bac. mustelae septicus: Starke Gasbildung, 5 cm hohe Gasschicht; gutes Wachsthum, ganz schwach alkalische. trübe und im offnen Schenkel dunkler gefärbte Flüssigkeit; starker Satz; kräftige Nitritreaktion; mit Säuren Gelbfärbung und schwache Gasentwicklung.

37. Bac. mycoides: Keine Gasbildung; ziemlich gutes Wachsthum, fast blanke, neutral reagirende Flüssigkeit; ziemlich kräftiger Bakteriensatz; starke Nitritreaktion; mit Säuren Gelbfärbung und schwache Gasentwicklung.

38. Bac. pestis astaci: Keine Gasbildung; kräftiges Wachsthum; neutral reagirende, trübe, im geschlossenen Schenkel stark schwefelwasserstoffhaltige Flüssigkeit; kräftiger Bakteriensatz; keine Nitrit-, ziemlich starke Nitratreaktion; mit Säuren und Nitrit Indolrothreaktion.

39. Bac. pestis bubonicae: Keine Gasbildung; ziemlich gutes Wachsthum, schwach alkalische, im offnen Schenkel schwach trübe Flüssigkeit; ziemlich kräftiger Satz; schwache Nitrit-, ziemlich starke Nitratreaktion.

40. Bac. pneumoniae Friedländer: Schwache Gasbildung, 2 cm hohe Gasschicht; gutes Wachsthum, schwache Trübung, starker Satz; schwach alkalische Reaktion; starke Nitritreaktion; mit Säuren Gelbfärbung und schwache Gasentwicklung.

41. Bac. praepollens: Keine Gasbildung; gutes Wachsthum, im offnen Schenkel starke Trübung, stark schleimige, eigenthümlich riechende Flüssigkeit; Reaktion stark alkalisch, nach dem Verdunsten der Flüssigkeit stark sauer; die Flüssigkeit im geschlossenen Schenkel reagirt etwas schwächer alkalisch, riecht unangenehm und ist stark schwefelwasserstoffhaltig. Keine Nitrit-, starke Nitratreaktion.

42. Bac. prodigiosus: Starke Gasbildung, 7 cm hohe Gasschicht; gutes Wachsthum, trübe, alkalische, im offnen Rohr dunkel gefärbte Flüssigkeit; Haut und kräftiger Satz; starke Nitritreaktion; auf Säurezusatz gelbere Färbung und ziemliche Gasbildung.

43. Bac. Proteus mirabilis: Geringe Gasbildung, 0,5 cm hohe Gasschicht; kräftiges Wachsthum, alkalische, besonders im offnen Schenkel stark trübe und dunkler gefärbte Flüssigkeit, mit sehr kräftigem Bakteriensatz; starke Nitritreaktion; auf Säurezusatz Gelbfärbung und schwache Gasentwicklung.

44. Bac. Proteus vulgaris: Geringe Gasbildung, 0,5 cm hohe Gasschicht; recht gutes Wachsthum, im offnen Schenkel und in der Biegung ziemlich starke Trübung, starker Satz; Flüssigkeit im geschlossenen Schenkel schwach alkalisch, im offnen schwach sauer; starke Nitritreaktion; mit Säuren Gelbfärbung und ziemliche Gasentwicklnng.

45. Bac. Proteus Zenkeri: Keine Gasbildung; ziemlich gutes Wachsthum, nur wenig getrübte, alkalische Flüssigkeit; ziemlich starker Satz; keine Nitrit-, starke Nitratreaktion.

46. Bac. Proteus Zopfii: Keine Gasbildung; Wachsthum u. s. w. wie bei Bac. Proteus Zenkeri.

47. Bac. pseudotuberculosis: Keine Gasbildung; gutes Wachsthum; im offnen Schenkel ziemlich stark saure, im geschlossenen neutrale, nur schwach trübe Flüssigkeit; Haut und flockiger Satz; ziemlich starke Nitritreaktion.

48. Bac. psittacosis: Ziemlich starke Gasbildung; 4 cm hohe Gasschicht; ganz schwach saure, im geschlossenen Schenkel schwach trübe, im offnen Schenkel und in der Biegung ziemlich stark trübe Flüssigkeit; starker Bakteriensatz; ziemlich starke Nitritreaktion.

49. Bac. pyocyaneus: Starke Gasbildung; 5 cm hohe Gasschicht; gutes Wachsthum; stark alkalische, in beiden Schenkeln schwach trübe Flüssigkeit, die im offnen Schenkel und in der Biegung tief dunkelgrün, im geschlossenen Schenkel schwach bräunlich gelb gefärbt ist; Häutchen und Satz, blumenartiger Geruch; keine Nitrit-, keine Nitratreaktion. Das gebildete Gas enthält kein Stickstoffoxyd.

50. Bac. rhinoscleromatis: Schwache Gasbildung, 1 cm hohe Gasschicht; ziemlich gutes Wachsthum, alkalische, ziemlich stark trübe Flüssigkeit, die auf Erschütterung und beim Umfüllen perlt; im geschlossenen Schenkel und auf der Oberfläche der Flüssigkeit im offnen Schenkel Gasbläschen; ziemlich kräftiger Satz; starke Nitritreaktion; mit Säuren Gelbfärbung und Gasentwicklung.

51. Bac. ruber Kiel: Ziemlich starke Gasbildung, 4 cm hohe Gasschicht; gutes Wachsthum; im geschlossenen Schenkel neutrale, im offnen schwach saure, trübe und in der Nähe der Oberfläche dunkler gefärbte Flüssigkeit; röthlich gefärbter Randansatz; kräftiger Bakteriensatz; starke Nitritreaktion; mit Säuren Gelbfärbung und schwache Gasentwicklung.

52. Bac. ruber Plymouth: Ziemlich starke Gasbildung, 3,5 cm hohe Gasschicht; gutes Wachsthum, hellgelbe Färbung und schwache Trübung im geschlossenen Schenkel, röthlichgelbe Färbung und ziemlich starke Trübung in der Biegung und im offnen Schenkel; stark schleimige, alkalische Flüssigkeit von fauligem Geruch; röthlich gefärbter Randansatz, Häutchen und röthlich gefärbter Bakteriensatz; starke Nitritreaktion; mit Säuren Gelbfärbung und schwache Gasentwicklung.

53. Bac. ruber-purpureus: Starke Gasbildung, 7 cm hohe Gasschicht; recht gutes Wachsthum, alkalische, trübe, im offnen Schenkel röthlich gefärbte Flüssigkeit mit starkem Bakteriensatz; starke Nitritreaktion; mit Säuren Gelbfärbung und ziemliche Gasentwicklung.

54. Bac. subtilis: Keine Gasbildung; gutes Wachsthum, alkalische Flüssigkeit; starke Hautbildung; keine Nitrit-, starke Nitratreaktion.

55. Bac. suipestifer Bang, Selander: Starke Gasbildung, 7 cm hohe Gasschicht; gutes Wachsthum, schwach trübe, gelbbräunliche, im offnen Schenkel schwach saure und etwas stärker gefärbte, im geschlossenen Schenkel schwach alkalische Flüssigkeit; kräftiger Bakteriensatz; starke Nitritreaktion; mit Säuren Gelbfärbung und schwache Gasentwicklung.

56. Bac. suipestifer (Hog-cholera Salmon, Smith): Ganz geringe Gasbildung, die Flüssigkeit im geschlossenen Schenkel perlt auf bei Erschütterung und beim Umfüllen; ziemlich gutes Wachsthum, schwach trübe, neutral reagirende Flüssigkeit mit ziemlich kräftigem Bakteriensatz; ziemlich starke Nitritreaktion; mit Säuren Gelbfärbung und Gasentwicklung.

57. Bac. suipestifer (Swine-plague Billings): Starke Gasbildung, 5 cm hohe Gasschicht; gutes Wachsthum, alkalische, in beiden Schenkeln schwach trübe Flüssigkeit mit starkem Bakteriensatz; starke Nitritreaktion; mit Säuren Gelbfärbung und ziemliche Gasentwicklung.

58. Bac. suisepticus Schütz (Swine-plague Smith): Keine Gasbildung; schwaches Wachsthum, alkalische, schwach trübe Flüssigkeit mit schwachem Bakteriensatz; ziemliche Nitritreaktion; auf Säurezusatz Indolrothreaktion.

59. Bac. tuberculoides (Butterbazillen): Keine Gasbildung; gutes Wachsthum; schwache Nitritreaktion, starke Nitratreaktion,

60. Bac. typhi abdominalis (9 verschiedene Stämme): Starke Gasbildung, 6 cm hohe Gasschicht; gutes Wachsthum, schwach saure, ein wenig trübe Flüssigkeit mit kräftigem Bakteriensatz; ziemlich starke Nitritreaktion; auf Säurezusatz Gelbfärbung und ganz schwache Gasentwicklung.

61. Bac. typhi murium: Starke Gasbildung, 5 cm hohe Gasschicht; gutes Wachsthum, im geschlossenen Schenkel neutral reagirende, schwach trübe, im offnen Schenkel schwach saure, dunkler gefärbte und ziemlich stark trübe Flüssigkeit; kräftiger Bakteriensatz; starke Nitritreaktion; mit Säuren Gelbfärbung und schwache Gasentwicklung.

62. Bac. violaceus: Keine Gasbildung; ziemlich gutes Wachsthum, alkalische, im offnen Schenkel schwach trübe Flüssigkeit mit ziemlich kräftigem Bakteriensatz; starke Nitritreaktion; auf Säurezusatz ziemliche Gasentwicklung.

63. Bact. coli commune: Starke Gasbildung, 6 cm hohe Gasschicht; gutes Wachsthum, im geschlossenen Schenkel ganz schwach saure, wenig trübe, im offnen Schenkel schwach alkalische, ziemlich stark trübe und gelbbräunlich gefärbte Flüssigkeit mit kräftigem Bakteriensatz; Indolgeruch; ganz schwache Nitritreaktion, keine Nitratreaktion; auf Säure- und Nitritzusatz starke Indolrothreaktion.

64. Bact. coli Nr. I: Starke Gasbildung, 5 cm hohe Gasschicht; gutes Wachsthum, in beiden Schenkeln trübe, ziemlich stark alkalische Flüssigkeit mit starkem Bakteriensatz und schwachem Indolgeruch; schwache Nitrit- und ganz schwache Nitratreaktion (die Flüssigkeit im geschlossenen Schenkel giebt beide Reaktionen etwas stärker als die im offnen Schenkel).

65. Bact. coli Nr. II: Starke Gasbildung, 9 cm hohe Gasschicht; gutes Wachsthum, trübe, im geschlossenen Schenkel schwach, im offnen stark alkalische und dunkler gefärbte Flüssigkeit mit kräftigem Bakteriensatz; keine Nitrit- und keine Nitratreaktion; auf Säure- und Nitritzusatz Indolrothreaktion.

66. Bact. coli Nr. III: Starke Gasbildung, 5 cm hohe Gasschicht; gutes Wachsthum, alkalische, im geschlossenen Schenkel schwach, im offnen stark trübe Flüssigkeit mit kräftigem Bakteriensatz; kein Indol; starke Nitritreaktion; mit Säuren Gelbfärbung und ziemliche Gasentwicklung.

67. Bact. coli Nr. IV: Ziemlich starke Gasbildung, 3,5 cm hohe Gasschicht; gutes Wachsthum, ganz schwach alkalische, trübe Flüssigkeit mit starkem Bakteriensatz; kein Indolgeruch; starke Nitritreaktion; mit Säuren Gelbfärbung und schwache Gasentwicklung.

68. Bact. lactis aërogenes: Starke Gasbildung, 6 cm hohe Gasschicht; gutes Wachsthum, ganz schwach saure, trübe Flüssigkeit mit starkem Bakteriensatz; kein Indol; starke Nitritreaktion; auf Säurezusatz Gelbfärbung und schwache Gasentwicklung.

69. Bact. lactis erythrogenes: Keine Gasbildung; ziemlich gutes Wachsthum, im geschlossenen Schenkel alkalische, im offnen schwach saure und schwach trübe Flüssigkeit mit ziemlich starkem Bakteriensatz; starke Nitritreaktion; auf Säurezusatz gelbröthliche Färbung und schwache Gasentwicklung.

70. Bact. phosphorescens: Keine Gasbildung; ziemlich schwaches Wachsthum, alkalische, im offnen Schenkel schwach trübe Flüssigkeit mit ziemlich schwachem Satz; starke Nitritreaktion; auf Säurezusatz Gelbfärbung und schwache Gasentwicklung.

71. Microc. agilis: Keine Gasbildung; ziemlich gutes Wachsthum, alkalische, im offnen Schenkel schwach getrübte Flüssigkeit mit ziemlich kräftigem Bakteriensatz; keine Nitrit-, starke Nitratreaktien.

72. Microc. candicans: Keine Gasbildung; ziemlich gutes Wachsthum, im geschlossenen Schenkel alkalische, im offnen schwach saure, etwas dunkler gefärbte und trübe Flüssigkeit mit ziemlich kräftigem Bakteriensatz; ziemlich starke Nitritreaktion; auf Säurezusatz ganz schwache Gasentwicklung.

73. Microc. carneus: Keine Gasbildung; gutes Wachsthum, alkalische, im offnen Schenkel und in der Biegung stark trübe Flüssigkeit; Randansatz, Häutchen und kräftiger, fleischfarbiger Bakteriensatz; ziemlich starke Nitritreaktion; auf Säurezusatz Gelbfärbung und ganz schwache Gasentwicklung.

74. Monilia candida: Keine Gasbildung; ziemlich gutes Wachsthum, alkalische, nur wenig trübe Flüssigkeit mit ziemlich kräftigem Bakteriensatz; ganz schwache Nitritreaktion, starke Nitratreaktion.

75. Oidium lactis: Keine Gasbildung; kräftiges Wachsthum, blanke, im geschlossenen Schenkel alkalische, im offnen schwach saure Flüssigkeit; in der Nähe der Oberfläche im offnen Rohr dichter, starker Pilzrasen, in der Biegung Flocken; keine Nitrit-, starke Nitratreaktion; auf Säure- und Nitritzusatz Röthung (kein Indolroth).

76. Sarcina aurantiaca: Keine Gasbildung; gutes Wachsthum; alkalische, im offnen Schenkel und in der Biegung etwas trübe Flüssigkeit mit kräftigem, orangegelb gefärbtem Bakteriensatz; keine Nitrit-, starke Nitratreaktion.

77. Sarcina flava Nr. I: Keine Gasbildung; kräftiges Wachsthum; alkalische, im offnen

Schenkel schwach trübe Flüssigkeit, gelber Randansatz, starker, gelb gefärbter Bodensatz; keine Nitrit-, starke Nitratreaktion.

78. Sarcina flava Nr. II: Schwache Gasbildung, 0,5 cm hohe Gasschicht; gutes Wachsthum, im geschlossenen Schenkel alkalische, im offnen schwach saure, etwas dunkler gefärbte und schwach trübe Flüssigkeit mit ziemlich kräftigem Satz; starke Nitritreaktion; auf Säurezusatz Gelbfärbung und schwache Gasentwicklung.

79. Sarcina mobilis: Keine Gasbildung; ziemlich gutes Wachsthum, alkalische, im offnen Schenkel schwach trübe Flüssigkeit mit ziemlich starkem Satz; starke Nitritreaktion; auf Säurezusatz Gelbfärbung und schwache Gasentwicklung.

80. Staph. pyogenes albus: Keine Gasbildung; gutes Wachsthum, im geschlossenen Rohr hellgelbe, alkalische, im offnen etwas dunkler gefärbte, schwach trübe, neutral reagirende Flüssigkeit, ziemlich kräftiger Satz; ziemlich starke Nitritreaktion; auf Säurezusatz Gelbfärbung und ganz schwache Gasentwicklung.

81. Staph. pyogenes aureus: Keine Gasbildung; gutes Wachsthum, im geschlossenen Schenkel alkalische, im offnen Schenkel und in der Biegung ziemlich stark saure, trübe und etwas dunklere Flüssigkeit mit ziemlich kräftigem Bakteriensatz; starke Nitritreaktion; Nitritreaktion im geschlossenen Schenkel etwas schwächer; auf Säurezusatz Gelbfärbung und schwache Gasentwicklung.

82. Spirillum concentricum: Keine Gasbildung; schwaches Wachsthum; keine Nitritreaktion, starke Nitratreaktion.

83—86. Spirillum rubrum, Spirill. Rugula, Spirill. serpens und Spirill. volutans: Keine Gasbildung; gutes Wachsthum, keine Nitrit- und starke Nitratreaktion.

87. Vibrio Blankenese: Keine Gasbildung; ziemlich gutes Wachsthum, alkalische, schwach trübe Flüssigkeit mit ziemlich starkem Satz; starke Nitritreaktion; auf Säurezusatz Gelbfärbung und schwache Gasentwicklung.

88. Vibrio Berolinensis: Keine Gasbildung; kräftiges Wachsthum, alkalische, im geschlossenen Schenkel schwach, im offnen stark trübe Flüssigkeit; Randansatz, Haut und Bodensatz; schwache Nitrit-, deutliche Nitratreaktion; mit Säuren Indolrothreaktion.

89. Vibrio Buhr-Hamburg: Keine Gasbildung; gutes Wachsthum, im geschlossenen Schenkel neutrale, schwach trübe, im offnen alkalische, stark trübe Flüssigkeit; Randansatz, Haut, kräftiger Bodensatz; starker Indolgeruch; ziemlich starke Nitritreaktion; auf Säurezusatz röthlichgelbe Färbung und ganz schwache Gasentwicklung.

90. Vibrio cholerae asiaticae: Keine Gasbildung; ziemlich gutes Wachsthum, im geschlossenen Schenkel alkalische, im offnen ganz schwach saure und trübe Flüssigkeit mit ziemlich starkem Bakteriensatz; ziemliche Nitrit- und deutliche Nitratreaktion; auf Säurezusatz Indolrothreaktion.

91. Vibrio Danubicus: Keine Gasbildung; gutes Wachsthum, im geschlossenen Schenkel alkalische, im offnen und in der Biegung neutrale, ziemlich stark trübe Flüssigkeit; Randansatz, Häutchen und starker Bodensatz; ziemliche Nitritreaktion; auf Säurezusatz nach einiger Zeit ganz geringe Gasentwicklung; ganz schwache Indolrothreaktion.

92. Vibrio Finkler, Prior: Keine Gasbildung; ziemlich gutes Wachsthum, in beiden Schenkeln schwach trübe und ziemlich stark saure Flüssigkeit, im geschlossenen Schenkel schwefelwasserstoffhaltig; keine Nitrit-, starke Nitratreaktion.

93. Vibrio Massauah: Keine Gasbildung; gutes Wachsthum, alkalische, im geschlossenen Schenkel schwach, im offnen stark trübe Flüssigkeit; Haut und kräftiger Bakteriensatz; Indolgeruch; ziemlich starke Nitritreaktion; mit Säuren röthlichgelbe Färbung und schwache Gasentwicklung.

94. Vibrio Massauah-Ghinda: Keine Gasbildung; gutes Wachsthum, alkalische, im offnen Schenkel und in der Biegung stark trübe Flüssigkeit, Haut und starker Satz; Indolgeruch; ziemlich starke Nitritreaktion; mit Säuren röthlichgelbe Färbung und nach einiger Zeit ganz schwache Gasentwicklung.

95. Vibrio Metschnikowi: Keine Gasbildung; gutes Wachsthum, im geschlossenen Schenkel fast blanke, schwach alkalische Flüssigkeit, im offnen Rohr und in der Biegung trübe, neutral reagirende Flüssigkeit; Randansatz und starker Bodensatz; ziemliche Nitritreaktion, deutliche Nitratreaktion; auf Säurezusatz Indolrothreaktion.

96. Vibrio Milleri: Keine Gasbildung; ziemlich gutes Wachsthum, im geschlossenen Schenkel alkalische, im offnen schwach saure und trübe Flüssigkeit, ziemlich starker Bakteriensatz; keine Nitrit-, starke Nitratreaktion.

97. Vibrio Mottlau Nr. I: Keine Gasbildung; gutes Wachsthum, schwach saure, im offnen Schenkel trübe Flüssigkeit; Häutchen und ziemlich starker Satz; keine Nitrit-, starke Nitratreaktion.

98. Vibrio Mottlau Nr. II: Keine Gasbildung; ziemlich gutes Wachsthum, alkalische, im offnen Schenkel trübe Flüssigkeit; ziemlich starker Satz; starke Nitritreaktion, mit Säuren Gelbfärbung und schwache Gasentwicklung.

99. Vibrio phosphorescens Dunbar: Keine Gasbildung; recht gutes Wachsthum, schwach alkalische, in beiden Schenkeln trübe Flüssigkeit; Randansatz, Haut und Bodensatz; Indolgeruch; schwache Nitrit-, deutliche Nitratreaktion; mit Säuren Indolrothreaktion.

100. Vibrio tyrogenes Deneke: Keine Gasbildung; schwaches Wachsthum, alkalische, im offnen Schenkel trübe Flüssigkeit; schwacher Bodensatz; starke Nitritreaktion; auf Säurezusatz Gelbfärbung und ziemliche Gasentwicklung.

In diese Versuche waren 24 Bakterienarten mit einbezogen, die in 5 prozentiger Peptonlösung ohne Zusatz den Salpeter nicht angriffen. Es geschah dies in der Annahme, dass unter ihnen möglicherweise einige seien, die bei Gegenwart von Glycerin denitrifizirten.

Diese Annahme hat sich nicht als zutreffend erwiesen, denn sämmtliche nicht nitritbildenden Bakterien verursachten auch bei Gegenwart von Glycerin keine Zersetzung des Salpeters.

Auch von den 76 Nitritbildnern zerzetzten 45 Arten innerhalb eines drei- bis vierwöchigen Wachsthums bei 30° den Salpeter nicht unter sichtbarer Gasentwicklung, obwohl darunter 33 Arten waren, die kräftig Nitrit zu bilden vermochten. Bei 31 den Salpeter zu Nitrit reduzirenden Bakterienarten ergab sich dagegen eine wesentliche Beeinflussung der Salpeterzerlegung durch die Anwesenheit des Glycerins; sie zerstörten den Salpeter unter Bildung von salpetrigsaurem Kali, Stickstoff und Stickstoffoxyd.

Es waren dies:

1. Bac. acidi lactici; 2. Bac. capsulatus Pfeifferi; 3. Bac. cuniculicida mobilis; 4. Bac. diphtheriae columbarum; 5. Bac. enteritidis Gärtneri; 6. Bac. aus rohem Hackfleisch; 7. Bac. mesentericus Flügge III; 8. Bac. mesentericus ruber; 9. Bac. miniaceus; 10. Bac. mustelae septicus; 11. Bac. pneumoniae Friedländer; 12. Bac. prodigiosus; 13. Bac. Proteus mirabilis; 14. Bac. Proteus vulgaris; 15. Bac. psittacosis; 16. Bac. rhinoscleromatis; 17. Bac. ruber Kiel; 18. Bac. ruber Plymouth; 19. Bac. ruber-purpureus; 20. Bac. suipestifer Selander; 21. Bac. suipestifer (Hog-cholera Salmon, Smith); 22. Bac. suipestifer (Swine-plague Billings); 23. Bac. typhi abdominalis; 24. Bac. typhi murium; 25. Bact. coli commune; 26—29. Bact. coli I—IV; 30. Bact. lactis aërogenes; 31. Sarcina flava II.

Die Gasbildung wurde bei diesen Bakterien meist am 3. Tage des Wachsthums sichtbar; in manchen Fällen begann sie erst nach 8 bis 10 Tagen, zuweilen sogar noch später. Zu Beginn der Gährung trübte sich im geschlossenen Schenkelrohr die bis dahin blanke Flüssigkeit und in beiden Schenkelrohren trat allmählich Schaumbildung ein.

Die Denitrifikation verlief meistens nur langsam; sie zog sich in der Regel

wochenlang hin. Nach drei- bis vierwöchigem Wachsthum war die Mehrzahl der Kulturen noch nitrithaltig und nur ein Theil des Salpeters unter Freiwerden von Stickstoff und geringer Mengen Stickstoffoxyd zerlegt. Im offenen Schenkelrohr ging die Zersetzung etwas schneller von Statten als im geschlossenen, das Bakterienwachsthum war kräftiger, die Färbung der Flüssigkeit dunkler und die Schaumbildung besonders zu Anfang deutlicher.

In Nährlösungen mit einem Salpetergehalt bis zu 0,1 % als obere Grenze wurde der Salpeter von den meisten Bakterien innerhalb von 4 bis 6 Wochen vollständig zerstört, ein Freiwerden von Stickstoff liess sich jedoch dabei nicht nachweisen. Die denitrifizirenden Eigenschaften der Bakterien wurden erst in einer Nährlösung sichtbar, die neben 1 % Glycerin wenigstens 0,2 % Salpeter enthielt und besonders deutlich bei einem Salpetergehalt von 0,5 %.

Die Stickstoffoxydentwicklung trat am kräftigsten ein, wenn Salpeter und Glycerin im Verhältniss ihrer Molekulargewichte in der Nährlösung enthalten waren.

Eine Aenderung im Glyceringehalte der Nährlösung, eine Verminderung bis zu 0,5 % und eine Erhöhung bis zu 5 %, war ohne wesentlichen Einfluss auf die Stärke der Denitrifikation. Erst bei noch niederem oder höherem Glyceringehalt machte sich eine Abnahme der Denitrifikation bemerkbar.

Das Denitrifikationsvermögen der Bakterien war nicht abhängig von der Fähigkeit Glycerin zu vergähren.

Auch nicht glycerinvergährende Bakterien (Bac. enteritidis Gärtneri, Bac. mesentericus, Bac. prodigiosus, Bac. typhi abdominalis u. a. m.) denitrifizirten ebenso wie die Glycerinvergährer (Bac. acidi lactici, Bac. capsulatus Pfeifferi, Bact. coli commune u. a. m.)[1]).

In derselben Weise wie durch Glycerin wurde die Zersetzung des Salpeters auch durch Mannit, Dulcit, Glycerinphosphorsäure, Fruchtzucker, Traubenzucker, Milchzucker u. s. w. beeinflusst. Die vorhergenannten Bakterien zersetzten den Salpeter unter Gasbildung, sobald diese oxydir- und vergährbaren Körper in der Nährlösung zugegen waren. In wie weit hier Unterschiede bei den einzelnen Bakterienarten den verschiedenen Kohlenstoffverbindungen gegenüber vorliegen, muss noch festgestellt werden.

---

[1]) Im Anschlusse hieran verdient die Beobachtung von L. Hugounenq und M. Doyen (Compt. rend. Hebd. Société de Biologie, 1898, 10. Série, T. V, pag. 635 und 835) Erwähnung, dass der Typhusbazillus in Nitratbouillon Stickstoff entbindet, während er dies in einfachen nitrathaltigen Peptonlösungen nicht bewirkt. Ferner die Angaben von L. Grimbert (Compt. rend. Société de Biologie, 1898, 10. Série, T. V, pag. 385, 657 und 1135 sowie Compt. rend., 1898, T. 127, pag. 1030 und Annales de l'Institut Pasteur, 1899, pag. 67), nach denen der Typhusbazillus aus salpeterhaltiger Bouillon mehr Stickstoff frei machen soll als dem vorhandenen Salpeterstickstoff entspricht. Dieses Mehr an Stickstoff soll durch Einwirkung der salpetrigen Säure auf die in der Bouillon vorhandenen amidartigen Substanzen entstehen. Endlich ist hier noch die von Th. Wolf (Hygien. Rundschau, 1899, S. 538 u. 1169) gemachte Beobachtung anzuführen, dass einige coliähnliche Bakterien und gewisse Heubazillen bei Gegenwart von Traubenzucker denitrifiziren. Wolf ist der Ansicht, dass bei jeder Gährung, durch welche Mikroorganismen dieselbe auch hervorgerufen werden mag, das in der Zuckerlösung enthaltene Nitrat zerstört wird.

Die Glycerinzerseztung wurde durch die Gegenwart des Salpeters beeinflusst und verlief verschieden während und nach Ablauf der Denitrifikation.

Die Zersetzung des Glycerins während der Denitrifikation beruhte im wesentlichen auf einem Oydationsvorgang, bei dem die Säurebildung in den Vordergrund trat. Am Ende der Denitrifikation zersetzten die glycerinvergährenden Bakterien das Glycerin unter Bildung von Kohlensäure und Wasserstoff; nach längerem Wachsthum enthielten daher bei diesen Bakterien die Gährgase neben Stickstoff und Stickstoffoxyd noch Kohlensäure und Wasserstoff. Die Anwesenheit von Stickstoffoxydul habe ich bisher mit Sicherheit nicht feststellen können.

Durch grössere Mengen von Salpeter, in der Regel schon von 0,5 % an, wurde die Vergährung des Glycerins unterdrückt.

Der in Gegenwart von mehrwerthigen Alkoholen und Kohlenhydraten sich abspielende Denitrifikationsvorgang vollzog sich sowohl bei Luftabschluss als auch bei regem Luftzutritt; durch stärkere Durchlüftung wurde er bei manchen Bakterien in deutlicher Weise gehemmt.

Die Salpetervergährung wurde auch hier in auffallendem Maasse durch die Anwesenheit von Chloraten beeinflusst.

Schon ein Zusatz von 0,3 % Kaliumchlorat zum Nährboden wirkte bei vielen Bakterien schädigend auf die Salpetervergährung ein. Durch grössere Mengen von Chlorat (0,6—0,9 %) wurde die Denitrifikation bei allen Bakterien gehemmt oder ganz unterdrückt. Das Wachsthum der Bakterien wurde hierdurch jedoch selbst im geschlossenen Schenkel des Gährrohrs kaum beeinträchtigt. Im Aussehen unterschieden sich die nicht salpetervergährenden Kulturen von den salpetervergährenden durch die helle Färbung der Kulturflüssigkeit.

Die Gegenwart des chlorsauren Kalis beinflusste nicht nur die Denitrifikation im Besondern, sondern auch die Salpeterzersetzung im Allgemeinen.

In allen Fällen wurde gleichzeitig mit der Denitrifikation auch die Nitritbildung gehemmt oder sogar vollständig unterdrückt, so dass also die Salpeterzersetzung bei Anwesenheit von Kaliumchlorat im Ganzen nur gering war.

Auch die Glycerinzersetzung erlitt unter dem Einflusse der Chlorate eine Aenderung.

Die Oxydation des Glycerins vollzog sich auch in Gegenwart von chlorsaurem Kali, die Vergährung des Glycerins hingegen wurde durch grössere Mengen von chlorsaurem Kali (0,6—0,9 %) gehemmt oder vollkommen zurückgehalten.

Diese Beeinflussung der Glycerinvergährung durch die Chlorate trat auch in salpeterfreien Nährlösungen ein. Es verdient dies deshalb noch besonders hervorgehoben zu werden, weil Th. Bokorny[1]) gezeigt hat, dass die Chlorate selbst in einprozentigen Lösungen die alkoholische Gährung der Hefe nicht beeinflussen.

---

[1]) Th. Bokorny, Beeinflussung der Alkoholgährung durch verschiedene chemische Substanzen, Allgem. Brauer- und Hopfenzeitung, 36. Jahrg., 1896, S. 1573 und 1591.

Bei manchen Bakterien, z. B. Bac. ruber Plymouth, Bac. ruber-purpureus, wirkten geringe Mengen von chlorsaurem Kali bis zu 0,3 % nicht nur nicht schädigend sondern geradezu fördernd auf die Glycerinvergährung.

Der Grund für die eigenthümliche Wirkung der Chlorate liess sich nicht ermitteln. Die Annahme liegt nahe, dass die Chlorate durch Sauerstoffabgabe einwirken. Eine Reduktion des chlorsauren Kalis im Laufe des Bakterienwachsthums, die Bildung von chlorigsaurem Kali oder von Kaliumchlorid und Kaliumperchlorat, habe ich indessen bisher nicht feststellen können. Eine Reduktion der Chlorate sowie der Bromate und Jodate will A. Müntz[1]) bei Bakterien beobachtet haben, die denen ähnlich sind, welche Nitrate zu reduziren vermögen.

Die Perchlorate beeinflussten weder die Salpeter- noch die Glycerinvergährung.

Die durch die gewöhnlichen nitritbildenden Bakterien in Gegenwart von Kohlenhydraten oder mehrwerthigen Alkoholen bewirkte Denitrifikation unterscheidet sich wesentlich von dem Denitrifikationsvorgang, der durch die eigentlichen Denitrifikationsbakterien ausgelöst wird.

Beiden Prozessen gemeinsam ist, dass bei der Zersetzung des Salpeters die Nitritbildung dem Freiwerden von Stickstoff vorangeht; verschieden ist jedoch der Zusammenhang zwischen Nitritbildung und Denitrifikation.

Die Unterschiede treten hervor, sobald durch bestimmte Einflüsse (Sauerstoff, Kaliumchlorat) die Denitrifikation unterdrückt wird. Denn bei den sogen. Denitrifikationsbakterien wird durch Unterdrückung der Denitrifikation nicht die Nitritbildung gehemmt, während bei den übrigen denitrifizirenden Bakterien unter denselben Verhältnissen die Nitritbildung gleichzeitig mit der Denitrifikation unterdrückt wird.

Im Verlauf der beiden Denitrifikationsvorgänge zeigt sich noch ein anderer Unterschied, indem bei der einen Gruppe, den sogen. Denitrifikationsbakterien, neben Stickstoff kohlensaures Alkali bei der anderen freie Fettsäuren auftreten. Bei dem zuletztgenannten Vorgange sind demnach, dadurch dass die freien Fettsäuren aus dem Nitrit freie salpetrige Säure bilden, die Bedingungen gegeben, die nach Dietzell, Bovet, Loew u. A. für das Zustandekommen der Denitrifikation ausschliesslich in Frage kommen sollen: die Bildung von freier salpetriger Säure und die Möglichkeit der Einwirkung der freien salpetrigen Säure auf Ammoniak und auf Ammoniakabkömmlinge wie primäre Amine, Amidosäuren u. dgl.

Für einen derartigen Verlauf der Zersetzung spricht der Umstand, dass bei Gegenwart von reichlichen Mengen Calciumcarbonat im Nährboden hier die Denitrifikation, wenn nicht unterdrückt, so doch merklich geschwächt wird, während bei den sogen. Denitrifikationsbakterien dieser Zusatz ohne jede Einwirkung auf die Salpeterzersetzung ist.

Die Bildung von freier salpetriger Säure scheint jedoch nicht die alleinige Ur-

[1]) A. Müntz, Oxydations- und Reduktionsprozesse durch Mikroorganismen des Bodens, der Naturforscher, 1885, 18. Jahrg., Nr. 40, S. 375; refer. Centralbl. für Agrikulturchemie, 15. Jahrg., 1886, 4. Heft, S. 225.

sache dieses Denitrifikationsvorganges zu sein, wenigstens lassen sich manche Beobachtungen gegen eine solche Auffassung anführen. So waren verschiedene nitritbildende Bakterien, die sowohl Fettsäuren aus Glycerin als auch Ammoniak und Amidosäuren aus Pepton bilden können, nicht im Stande den Salpeter bei Gegenwart von Glycerin unter Stickstoffbildung zu zersetzen, auch dann nicht, wenn an Stelle von Salpeter salpetersaures Ammoniak in der Nährlösung vorhanden war. Ferner wirkte ein Zusatz von Ammoniakabkömmlingen wie Harnstoff zum Nährboden nicht begünstigend auf die Stickstoffentwicklung ein, im Gegentheil verlief bei manchen Bakterien alsdann die Zersetzung schlechter.

Auch in den Fällen, wo die saure Reaktion des Nährsubstrats in eine alkalische umschlug, die Bedingungen zur Bildung von freier salpetriger Säure also nicht mehr gegeben waren, ging die Zersetzung doch noch weiter.

Ausserdem bildeten in Peptonnährlösungen, denen an Stelle des Salpeters salpetrigsaures Salz neben Glycerin (0,1—0,3 % Natriumnitrit und 1 % Glycerin) zugesetzt war, allein die glycerinvergährenden Bakterien neben Wasserstoff und Kohlensäure in sicher nachweisbaren Mengen freien Stickstoff. Nur in einigen Ausnahmefällen wurden auch bei nicht glycerinvergährenden Bakterien, z. B. beim Bac. prodigiosus, nach monatelangem kräftigem Wachsthum ganz geringe Spuren von Stickstoff im Gährrohr nachgewiesen.

Endlich waren die Oxydationsprodukte in der Salpeter-Glycerin-Peptonlösung andere, als in einer Glycerin-Peptonlösung ohne Salpeter.

Die eben angeführten Beobachtungen lassen es gerechtfertigt erscheinen, für diese Art von Denitrifikation noch eine andere Erklärung heranzuziehen.

Bekanntlich kann bei der Oxydation mancher Kohlenstoffverbindungen, so der mehrwerthigen Alkohole und der Kohlenhydrate[1]) sowie des Formaldehyds[2]) neben Fettsäuren (Ameisensäure) freier Wasserstoff in reichlicher Menge entstehen.

Manches deutet darauf hin, dass auch in der Salpeter-Glycerin-Peptonlösung ein ähnlicher Oxydationsvorgang durch die Bakterien ausgelöst werden kann, bei dem der sich bildende Wasserstoff neben Nitrit, Stickstoff und Ammoniak auch die dazwischenliegenden Reduktionsprodukte der Salpetersäure zu bilden im Stande ist. Vielleicht sind manche anaërob wachsende, stark wasserstoffbildende Bakterien besonders zu einer solchen Zersetzung des Salpeters befähigt.

Diese Annahme scheint dadurch gestützt zu werden, dass der zuletztbesprochene Denitrifikationsvorgang bei den verschiedenartigsten Bakterien auftreten kann, sobald geeignete wasserstoffreiche, leicht oxydir- und vergährbare Kohlenstoffverbindungen zugegen sind.

Für diese besondere Art von Denitrifikation treffen demnach die Anschauungen

---

[1]) M. Gläser und Th. Morawski, Ueber die Einwirkung von Bleisuperoxyd auf einige organische Substanzen in alkalischer Lösung, Monatshefte für Chemie, 1889, Bd. 10, S. 578.

[2]) O. Loew, Ueber einige katalytische Wirkungen, Berichte der deutschen chem. Gesellsch., 1887, Bd. 20, S. 144; Oskar Blank und H. Finkenbeiner, Ueber eine neue Methode zur quantitativen Bestimmung von Formaldehyd, ibidem 1898, Bd. 31, S. 2979; Arthur Harden, Action of Hydrogen peroxide and the oxides of copper on formaldehyde, Transaction of the Jenner institute of preventive medicine, 1899, second series, pag. 232.

von Krüger, Schneidewind u. A. zu, dass bei der Salpeterzersetzung unter gewissen Bedingungen (im Erdboden) vornehmlich die Kohlenstoffverbindungen und nicht die Keime von ausschlaggebender Bedeutung seien.

Die Hauptergebnisse der vorliegenden Untersuchungen möchte ich in folgende Schlusssätze zusammenfassen:

1. Die nitrat- oder nitritzersetzenden Bakterien wurden durch die Anwesenheit der salpeter- oder salpetrigsauren Salze sowohl in ihrem Wachsthum als auch in ihrer sonstigen biologisch-chemischen Thätigkeit beeinflusst.

2. Nicht alle Bakterien, welche Nitrate in Nitrite überführten, waren befähigt die Nitrite beim Wachsthum in eiweisshaltigen Nährböden weiter zu zersetzen.

3. Manche Bakterien, die Nitrate nicht oder doch nur in kaum merkbarer Weise angreifen, vermochten Nitrite zu reduziren, ohne dass dabei ein Freiwerden von Stickstoff zu beobachten war.

4. Die Nitritzersetzung war bei den nicht denitrifizirenden Bakterien nur bei ganz geringem Nitritgehalt des Nährbodens (0,01 und 0,005 % Natriumnitrit) nachweisbar.

5. Ein Zusatz von Kohlenhydraten oder mehrwerthigen Alkoholen zum Nährboden begünstigte die Nitrat- und die Nitritzersetzung.

6. Bei Abwesenheit organischer stickstoffhaltiger Verbindungen — in eiweissfreien Nährlösungen mit Nitraten oder Nitriten als Stickstoffquelle — griffen auch solche Bakterien den Nitrat- und Nitritstickstoff an, die in eiweisshaltigen Nährlösungen Nitrate oder Nitrite nicht zersetzen.

7. In eiweissfreien Nährlösungen folgte auf die Nitritbildung die Ammoniakbildung als zweite Phase des Stickstoffassimilationsprozesses.

8. In eiweisshaltigen Nährböden diente die Zersetzung der Nitrate und Nitrite den Bakterien nicht als ein Mittel zur Deckung ihres Stickstoffbedarfs.

9. Der Zersetzung der Nitrate unter Stickstoffbildung (Salpetervergährung) ging die Reduktion zu Nitrit voran.

10. Die sogenannten Denitrifikationsbakterien denitrifizirten unabhängig von dem jeweiligen Nährmaterial, die übrigen nur dann, wenn bestimmte Kohlenstoffverbindungen (Kohlenhydrate oder mehrwerthige Alkohole) im Nährboden zugegen waren.

11. Der bei Gegenwart von mehrwerthigen Alkoholen oder Kohlenhydraten sich abspielende Denitrifikationsvorgang war nicht abhängig von der Fähigkeit der Bakterien, Kohlenhydrate oder mehrwerthige Alkohole zu vergähren.

12. Beide Arten der Denitrifikation wurden durch die Gegenwart sauerstoffreicher Körper, wie Chlorate, gehemmt, ohne dass hierbei eine Schädigung des Wachsthums eintrat.

Abgeschlossen Ende Juli 1900.

Ueber den Einfluss des Natronsalpeters auf den Stoffwechsel des Hundes[1]).

Von

Dr. med. E. Rost,

Kommissarischer Hülfsarbeiter im Kaiserlichen Gesundheitsamte.

Der Stoffumsatz im Körper des Menschen und der Thiere steht unter der beständigen Einwirkung von Wasser und von Salzen: Die Zersetzungen, denen bei Nahrungszufuhr die Nahrungsstoffe und im Hungerzustand das eigene Gewebsmaterial des Organismus unterliegen, verlaufen in wässerigen, salzhaltigen Flüssigkeiten und in mit Wasser und Salzen getränkten Geweben; sie werden im ersteren Falle überdies von Wasser und von Salzen, die mit der Nahrung eingeführt werden, beeinflusst. Beim Menschen dürfte die Zufuhr dieser Stoffe eine wesentliche Rolle spielen, da wir bei gemischter Kost ein hohes Kochsalzbedürfniss haben, ferner aber auch theils mit der Nahrung, theils als Getränk Wasser in sehr wechselnden, bisweilen beträchtlichen Mengen aufnehmen. Dagegen nicht ohne Weiteres beim Hund, für den bei reiner Fleischfütterung eine Salzzulage und ebenso eine Zugabe von Wasser nicht erforderlich ist; er deckt mit dem Wasser des frischen Fleisches seine Bedürfnisse vollständig und verschmäht beinahe stets ausser der Nahrung gereichtes Wasser. Werden aber Hunden resorbirbare Neutralsalze, wie Kochsalz oder Salpeter, in grösseren Mengen zur Nahrung gegeben, so tritt durch eine vermehrte Wasserausfuhr im Harn infolge der Ausscheidung der Salze schliesslich eine Entwässerung des Organismus und das Gefühl des Durstes ein, und der Hund nimmt jetzt das dargebotene Wasser auf.

Das Wasser zwingt, da es nicht einfach vom Magendarm durch den Körper bis zu seinen Ausscheidungsstätten durchläuft, dem Körper eine Arbeit zu seiner Aufsaugung, seinem Transport und seiner Ausscheidung auf und bewirkt nach seinem Uebertritt ins Blut eine lebhaftere Säfteströmung. Eine Untersuchung des Einflusses von **Salzen** auf den Stoffwechsel (Eiweissumsatz) hat also mit der gleichzeitigen Einwirkung des **Wassers** auf den Organismus wesentlich zu rechnen. Gerade dieser Punkt ist aber vielfach bei diesbezüglichen Versuchen mit Salzen vernachlässigt worden. Ergebnisse von Versuchen, die die Wirkung harntreibender Salze auf den Eiweisshaushalt bei gleichzeitiger erhöhter Wasserzufuhr zur Bestreitung des durch Diurese bedingten Flüssigkeitsverlusts durch Wasser studiren, können sich nicht mit

[1]) Auszugsweise in der Physiolog. Gesellschaft zu Berlin vorgetragen; vergl. Verhandl. ders. vom 26. April 1901.

Stickstoff des Harns und Koths in Procenten des Nahrungsstickstoffs

%
122
12
11
11
11
11
11
10
10
10
10
10
9
9
9

Phosphate des Harns in Grammen

g
5,0
4,5
4,0
3,5
3,0
2,5
2,0

Körpergewicht in Grammen

g
2950
2925
2900
2875
2850
2825
2800
2775
2750
2725
2700

Harnmengen in ccm

ccm
4000
3800
3600
3400
3200
3000
2800
2600
2400
2200
2000
1800
1600
1400
1200
1000
800
600

denen decken, die durch Salzverfütterung eine Diurese erzeugen, und gleichzeitig den Körper zwingen, das Mehr von Wasser im Harn aus dem eigenen Körperbestand zu nehmen, wodurch er nicht nur an Gewicht verliert, sondern auch infolge der Entwässerung sich in seiner Zusammensetzung nicht unwesentlich verändert. Ebensowenig ist es aber angängig — wie es geschehen ist — bei der Analyse der Wirkung eines Salzes oder anderer wasseranziehender Substanzen als die Wirkung des hierbei in vermehrter Menge aufgenommenen Wassers einfach diejenige anzunehmen, welche bei hungernden Hunden nach Eingiessung von grossen Wassermengen auf den Stoffwechsel beobachtet worden ist, oder die Ergebnisse von Versuchen am Menschen auf das Thier zu übertragen.

Je nachdem bei der Darreichung eines harntreibenden Salzes Wasser zur Vermeidung eines Verlustes an Körperwasser gegeben wird oder nicht, wird das Thier entweder im Wassergleichgewicht bleiben; denn entsprechend der gesteigerten Wasseraufnahme wird die Harnmenge zunehmen, indem sich der Körper des Ueberschusses durch die Nieren entledigt; oder es wird — indem das Salz eine Diurese erzwingt — schliesslich der Harn an Menge das Nahrungswasser übersteigen und mehr oder weniger aus Körperwasser bestehen, was eine Verarmung des Organismus an Flüssigkeit zur Folge hat.

Zur Deutung dieser beiden Zustände lassen sich die experimentell rein herzustellenden Verhältnisse der gesteigerten Wasserzufuhr, sowie der kontinuirlichen Wasserentziehung in der Nahrung bei sonst gleichbleibenden Bedingungen heranziehen. — Wird nun während oder nach Beendigung des Versuchs mit Salzfütterung bei Wassermangel Wasser in vermehrter Menge verabfolgt, so entspricht dieser Fall einer Erhöhung der Wasserzufuhr bei einem durstenden Thier. Ob hier eine Diurese eintritt, hängt davon ab, ob das Wasser zum Ersatz des zu Verlust gegangenen und zur Hebung des Körpergewichts verwendet wird oder nicht.

Gesteigerte Wasserzufuhr bei Hunden im Stickstoff-Gleichgewicht bei sonst gleichbleibenden Versuchsbedingungen lässt nun nach den übereinstimmenden Versuchen von A. Fraenkel[1]) (1877), Dubelir[2]) (1891), Landauer[3]) (1895) und Straub[4]) (1899) trotz eintretender Diurese die Stickstoff-Ausscheidung im Harn unbeeinflusst, selbst wenn mehr als das Vierfache des vorhergereichten Wassers oder 120 ccm pro Kilogramm Körpergewicht mehr gegeben wurden. So fand A. Fraenkel keine Aenderung im Eiweissstoffwechsel seiner Hunde, wenn er über längere Zeit wechselnde, bis zu einigen Hundert ccm betragende Mengen Wasser zum frischen Fleisch zusetzte; Dubelir erhielt bei einem mit frischem Fleisch (8,93 g N) und Speck ohne Wasser gefütterten, im N-Gleichgewicht

[1]) A. Fraenkel, Zum Studium des Einflusses der vermehrten Diurese auf die Harnstoffausscheidung. Virch. Arch. f. allg. Path. Bd. 67. (1876) S. 273.

[2]) Dubelir, Noch einige Versuche über den Einfluss des Wassers und des Kochsalzes auf die Stickstoffausgabe vom Thierkörper. Zeitschr. f. Biol. Bd. 28. (1891.) S. 237.

[3]) Landauer, Ueber den Einfluss des Wassers auf den Organismus. Ung. Arch. f. Medizin. Bd. 3. (1895.) S. 136.

[4]) Straub, Ueber den Einfluss des Kochsalzes auf die Eiweisszersetzung. Zeitschr. f. Biol. Bd. 37. (1899). S. 527.

befindlichen Hunde, dem während 3 Tagen je 300 ccm Wasser (d. i. 33 ccm pro Kilo Thier) mit der Sonde in den Magen gegeben wurden, in der Versuchsperiode im Durchschnitt 8,78 g N, während die entsprechenden Werthe der Vor- und Nachperiode 8,83 und 8,59 g N waren. In Landauers sorgfältigem Versuch (Nr. IV) trat bei einer Steigerung des im Fleisch enthaltenen Wassers um 50 %, durch Zugabe von 140 ccm, und bei Erhöhung auf 100 % (Zugabe von 280 ccm) in zwei weiteren Tagen (17 und 35 ccm pro Gewichtseinheit Zulage) eine geringe Erhöhung des im Harn ausgeführten Stickstoffs auf (Mittelwerth pro Tag 11,92 g gegenüber 11,69 der Vor- und 11,88 g der Nachperiode). Diesem höheren Werth kann die ihm zugeschriebene Bedeutung jedoch nicht zuerkannt werden, da Abweichungen von 0,3 bis 1,9 % zu den normalen beobachteten Schwankungen im Stickstoff-Gleichgewicht gehören.

Straub's eindeutiger Versuch an einem Hund von 17 Kilo sei hier in folgender Zusammenstellung wiedergegeben:

N der Nahrung	Wasser		Harnmenge	N in Harn und Koth	Bilanz: N des Harns und Koths in Proz. des N der Nahrung
	in der Nahrung	Extra			
20,56 g	540	—	490	21,29	103 %
„	540	—	540	20,27	99 %
„	540	—	500	20,70	100 %
„	480	2000	2330	20,52	100 %
„	540	—	520	20,16	98 %
„	540	—	465	20,65	100 %

Von den übrigen über diesen Punkt veröffentlichten Versuchen können die Seegen's[1]) wegen mangelhafter Methodik übergangen werden. In den Versuchen J. Mayer's[2]) ist die Versuchstechnik auch nicht einwandsfrei gewesen, indem das gefütterte Fleisch nicht analysirt wurde. Die Ergebnisse stehen mit den vorhergenannten insofern in Widerspruch, als sich in den ersten Tagen der gesteigerten Wasserzufuhr eine geringe Stickstoff-Mehrausscheidung einstellt, die als das Ergebniss einer vermehrten Ausspülung von im Organismus zurückgehaltenem Stickstoff gedeutet wird, weil sie im Laufe der Versuchsperiode trotz dauernd hochbleibender Harnmenge wieder zurückging und — sobald das Extrawasser wieder weggelassen wurde — in eine Stickstoff-Sparung umschlug. Zu einem gleichen Ergebniss ist später R. O. Neumann in einem Selbstversuch gelangt.

Zur Beurtheilung der Folgen der kontinuirlichen Wasserentziehung in der Nahrung, die im Uebrigen unverändert bleibt, sind die Begriffe „normale

[1]) Seegen, Zur Frage über die Ausscheidung des N der im Körper zersetzten Albuminate. Sitzber. der Kais. Akad. z. Wien. Bd. 43. (1871.) S. 11.

[2]) J. Mayer, Ueber den Einfluss der vermehrten Wasserzufuhr auf den Stickstoffumsatz. Zeitschr. f. klin. Med. Bd. 2. (1881.) S. 34.

Wassermenge" und „Wasserentziehung" in diesem Zusammenhang zu erläutern. Für einen Hund sind jedenfalls ganz verschieden grosse Flüssigkeitsmengen normal, indem ein Thier sich mit Wassermengen von sehr wechselnder Grösse ohne Weiteres ins Gleichgewicht zu bringen vermag. Der Befund, dass ein Thier in der Regel ausser dem Wasser im frischen Fleisch kein weiteres aufnimmt, kann zur Festsetzung der oberen Grenze des Wasserbedürfnisses nicht herangezogen werden, weil es ein Mehr von Wasser sofort aufnimmt, wenn es unter die Nahrung gemischt wird. Dagegen liegen Erfahrungen über die untere Grenze des unbedingt nöthigen Wassers für Hunde vor. Landauer konnte in seinem Versuch I (1 Tag) und Versuch II (3 Tage) ohne Schaden für das Thier $^1/_5$ des im Fleisch befindlichen Wassers entziehen: Die Stickstoff- und Schwefelsäure-Ausscheidung blieben unverändert, die Menge der Phosphorsäure im Harn war sogar ein wenig vermindert. Eine nicht mehr normale (zur Deckung der nöthigen Ausgaben an Flüssigkeit unzureichende) Wasserzufuhr liegt erst dann vor, wenn das im Fleisch vorhandene Wasser zu mehr als $^1/_5$ entzogen wird. Allgemein gesprochen tritt eine Wasserentziehung dann auf, wenn die Harnmenge die Menge des Nahrungswassers übersteigt (bekanntlich verlassen beim Hund $^9/_{10}$ des Nahrungswassers den Organismus durch die Nieren). Nach dem Gesagten sind also Schwankungen in der Flüssigkeitszufuhr nach oben und nach unten in den weiten Grenzen des Normalen und ein davon abhängiges Auf- und Abgehen der Harnmenge ohne Einfluss auf den Stoffwechsel.

Ueber die Wasserentziehung liegen wiederum sorgfältige Versuche an Hunden von Landauer vor. In 3 Versuchen (I, II, III) an einem und demselben Hund änderte er die Nahrung (entwässertes Fleisch nebst einer dem normalen Gehalt desselben entsprechenden Wassermenge) so ab, dass er einmal während einer 5tägigen Periode täglich der Nahrung je $^1/_5$ Wasser entzog, bis er schliesslich wasserfreies Fleisch verfütterte, das andre Mal während 3 Tagen dem trockenen Fleisch $^4/_5$, $^3/_5$ und $^2/_5$ des Wassers zusetzte und endlich während 5 Tagen nur die Hälfte des Fleischwassers reichte. Die Nachperiode des 1. Versuchs unterschied sich von den beiden anderen wesentlich dadurch, dass am 2. Nachtag eine grosse Wassermenge (3 mal grösser als die zum Fleisch gehörige) gegeben wurde, während sonst die Wassermenge der Vorperiode wieder vorgesetzt wurde.

Es ergab sich nun, dass die Harnmenge allmählich die Nahrungswassermengen überstieg, bis sie in dem Versuch I (s. Tabelle) schliesslich in ihrem vollen Werth aus Organismuswasser bestritten wurde. An diesem Tag, wo dem Körper die Verarbeitung einer trockenen Nahrung aufgezwungen wurde, ist das Extrem dieser Versuchsanordnung erreicht; diese letzteren Verhältnisse hat Straub zum Gegenstand einer besonderen Untersuchungsreihe gemacht.

Die Stickstoffzahlen des Kothes schwankten zwischen 0,122 g und 0,269 g, machten also 1 bis 2,2 % des Nahrungs-Stickstoffs aus.

Die Verringerung des nothwendigen Maasses Wassers in der Nahrung hat also eine Steigerung des Eiweisszerfalls, gemessen an der Stickstoff- und Phosphorsäure-Ausscheidung im Harn, zur Folge. Die Deutung dieser Ergebnisse wird aber dadurch

Landauer's Versuch I: N der Nahrung 12,1 g.

	Körper-gewicht g	Wasser in der Nahrung	Harn-menge	N im Harn	P_2O_5 im Harn	N des Harns in % des Nahrung-N	
Vorperiode	8150	273	245	11,973	1,332	98,9	(Mittelwerth)
Versuchs-	8150	218	215	11,784	1,205	97	
periode	8130	163	210	12,075	1,250	100	
	7970	108	185	11,214	1,268	92,5	
	7970	53	182	11,912	1,410	96,4	
	7860	0	166	12,331	1,428	101,9	
Nachperiode	7700	273	200	12,075	1,350	100	
	7760	1158	670	14,421	1,340	110,8	
	8250	273	283	12,272	1,344	101,4	

Landauer's Versuch II: N der Nahrung 12,0 g.

	Körper-gewicht g	Wasser in der Nahrung	Harn-menge	N im Harn	P_2O_5 im Harn	N des Harns in % des Nahrung-N	
Vorperiode	8240	287	250	11,756	1,237	98,1	(Mittelwerth)
Versuchs-	8240	230	242	11,9	1,331	99,2	
periode	8230	„	225	11,7	1,350	97,5	
	8215	„	200	11,2	1,308	93,4	
	8190	172	220	12,59	1,320	105	
	8150	„	220	12,63	1,430	105	
	8090	„	215	12,75	1,360	106	
	8050	115	210	12,52	1,312	104,3	
	7960	„	215	12,42	1,311	103,4	
	7860	„	215	12,23	1,311	102	
Nachperiode	7770	287	242	13,255	1,331	110	
	7750	„	250	13,155	1,312	109,5	
	7800	„	248	13,113	1,230	109	
	7850	„	232	12,301	1,217	102,5	

erschwert, dass noch zeitliche Verschiebungen in der Ausscheidung der Endprodukte stattfinden, indem die Phosphorsäure schon während der zunehmenden Wasserentziehung in vermehrtem Maasse ausgeschieden wird, während die stickstoffhaltigen Harnbestandtheile erst in der Nachperiode in gesteigerter Menge den Körper verlassen, nachdem die Bildung desselben gleichzeitig mit dem anderen Spaltstück des Eiweisses, der Phosphorsäure, in der Versuchsperiode stattfand (Versuch II). Im Versuch I ruft die grosse Wasserzufuhr am 2. Nachversuchstag eine beträchtliche Vermehrung des Stickstoffs im Harn hervor.

Straub (1899) kam zu demselben Schluss, dass der veränderte Wassergehalt des Körpers infolge Entwässerung desselben die Ursache eines vermehrten, aber keineswegs sehr hohen Eiweisszerfalls ist. Er hat einem und demselben Hund (16 Kilo) in 4 Versuchen, während 3 bis 4 Tagen das Wasser aus der Nahrung vollständig (d. h. bis auf 15 g) entzogen. Wie auch Landauer verfütterte er lufttrocknes Fleischpulver (500 g frischem Fleisch entsprechend) mit Speck, dem er in Vor- und Nachversuch das in dieser Fleischmenge enthaltene Wasser zufügte. In der Durstperiode schied das Thier im Durchschnitt pro Tag 0,54 g, 1,0 g, 1,04 g und 1,8 g N mehr aus oder 103,2, 106,5, 107,1 und 109,9 % vom Nahrungs-Stickstoff.

Da während des Versuchsabschnitts die Harnmenge nicht wesentlich fiel, das Oxydationswasser aus dem Wasserstoff der organischen Nahrungsbestandtheile aber nur 80 g Wasser lieferte, war der Körper gezwungen, den ganzen Rest von 150—250 Harnwasser (ganz abgesehen von dem gasförmig ausgeschiedenen Wasser) aus seinen Körperflüssigkeiten und Geweben zu decken, und befand sich am Ende eines jeden Versuchs im Zustand hochgradiger Wasserverarmung, die erst nach und nach in der Nachperiode wieder ausgeglichen wurde. So erklärt Straub es sich, dass am 1. Nachversuchstag, als die Wasserzufuhr wieder dem Vorversuch entsprach, der Stickstoff in den Ausscheidungen durchweg noch anstieg und an den folgenden Tagen so lange erhöht blieb, bis der Organismus seinen früheren Wasservorrath wieder annähernd erreicht hatte. Folge der im Nachversuch noch andauernden Wasserarmuth sei der grössere Eiweisszerfall; mit dem allmählichen Ersatz des zu Verlust gegangenen Wassers gehe auch der Eiweissumsatz auf die Norm zurück. Die Phosphorsäure, die nur in 2 von 4 Versuchen bestimmt wurde, zeigte sich ebenfalls erhöht; in dem einen Fall ging sie zeitlich parallel der Stickstoff-Mehrausscheidung, in dem anderen fiel das Phosphorsäure-Maximum — analog den Landauer'schen Versuchen — in die ersten Versuchstage, das N-Maximum in die ersten Nachversuchstage. Hierzu sei bemerkt, das von den 3 hier in Betracht kommenden Straub'schen Versuchen gerade einer (Versuch III) gegen diese Auffassung des Autors, als sei die in der Nachperiode noch fortdauernde Wasserverarmung allein die Ursache der hohen Stickstoff-Ausscheidung, zu sprechen scheint. Während in den 4 Trockenfütterungstagen die N-Bilanz 96, 98, 101 und 104 % betrug, stieg sie am ersten Nachtag auf 108,4 %, obwohl 1500 ccm (das Vierfache des Normalen) verabreicht wurden. Diese Menge hätte den während der 4 Tage erlittenen Verlust an Wasser annähernd decken können; der Hund hielt auch ca. 1000 ccm zurück und sein Gewicht nahm um 810 g, d. h. ²/₃ des vorhergegangenen Verlustes zu. Der Wasserverlust war also zum grossen Theil gehoben, trotzdem schied das Thier 1,5 g N (als höchste Zahl des ganzen Versuchs) mehr aus, als es in der Nahrung zu sich genommen hatte. Im Gegensatz zur gleichmässigen Fütterung und vorausgegangenen Wasserdarreichung ruft im Zustande der Austrocknung das in vermehrter Menge genossene Wasser eine bedeutende Aenderung des Stoffumsatzes hervor (vgl. Landauer's Versuch I, 2. Nachtag, S. 82), worauf noch später eingegangen werden soll.

Die Wasserentziehung hat also eine geringe Steigerung des Eiweissumsatzes im Gefolge. Gesteigerte Wasserzufuhr während der späteren Stadien der Wasserverarmung zieht eine schon wesentlich grössere Stickstoff-Mehrausscheidung nach sich.

Ganz besonders hoch kann diese bei Wasserzufuhr im Hungerzustand sein, wo wir auch aus andern Versuchen[1]) wissen, dass Eingiessung von Wasser die

---

[1]) E. Rost, Ueber das Schicksal des O-Oxichinolins und über die Ausscheidung der gepaarten Schwefelsäure im Harn des Hundes. Diese Zeitschr. Bd. 15. (1899.) S. 288.

Nach Eingiessen von 500 ccm Wasser stieg bei einem ohne Nahrung und Wasser gehaltenen Hund sowohl die Menge der Sulphatschwefelsäure als auch die der gepaarten Schwefelsäuren, letztere um 150 % an.

Menge der übrigen Stoffwechselprodukte im Harn erhöht. C. Voit[1]) (1860) und Forster[2]) (1875) erhielten in ihren Versuchen ein Indiehöheschnellen des Harnstoffs in dem vermehrten Harn um 27 und 86 %. Der Hund Voit's schied vom genossenen Wasser nur 36 %, der Hund Forster's dagegen 66 % durch die Nieren aus. Vielleicht erklärt es sich hieraus, dass A. Fraenkel[3]) am 9. Hungertag bei Eingiessung von 1240 ccm Wasser eine Steigerung des Harnstoffs nicht auffinden konnte; sein Hund verwandte 84 % des gesoffenen Wassers zum Ansatz; die 16 % ausgeschiedenes Wasser im Harn waren nur unbeträchtlich mehr als die Werthe der vorhergehenden Tage ohne Wasserdarreichung.

Dass vor der Hand ein Rückschluss von den Ergebnissen der besprochenen Versuche am Hund auf den Menschen nicht gemacht werden darf, zeigt der Selbstversuch R. O. Neumann's[4]). Seine Erfahrungen decken sich mit keinem der genannten Untersuchungen an Hunde, ausgenommen denen J. Mayer's. (s. S. 80.) Bei Erhöhung der Wassereinfuhr von 1000—1300 ccm auf 3300—4200 ccm beobachtete er eine Erhöhung der Stickstoff-Ausfuhr in den Ausscheidungen um 30 bis 12 %, Werthe, die am 3. Wassertag auf die Norm (Stickstoff-Gleichgewicht) abfielen und auch bei längerer Dauer des Versuchs, selbst bei noch weitergehender Steigerung der Wasserzufuhr, sich nicht wieder hoben. Verminderte er aber in den Zwischenperioden das aufgenommene Wasser bis herab auf 875 ccm, so schied er das eine Mal (3 Tage) 27 %, 16 % und 6 % weniger N aus, das andere Mal (4 Tage) 24 %, 6 %, 3 % und 7 %. Neumann erklärt dies als vermehrte Ausspülung und als Zurückhaltung von Stickstoff, der jederzeit wieder herausschwemmbar ist; aus seiner an die Normalperiode (N-Gleichgewicht) angereihte Wasserperiode muss also geschlossen werden, dass der Mensch auch im Stickstoff-Gleichgewicht Stickstoff zurückhält.

Die Mengen N, die aufgespeichert und später bei vermehrter Auslaugung und Durchströmung der Gewebe ausgeschieden werden, sind nicht unbeträchtlich. Bei 12,19 g täglicher Stickstoff-Zufuhr wurden in 4 Versuchstagen 54,7 g N, d. h. 6,34 g mehr als eingeführt wurden, ausgeschieden, in den 3 Nachtagen von 36,3 g Nahrungs-Stickstoff 6,05 g zurückgehalten.

Die für die nachfolgenden Salpeterversuche in Betracht kommenden Ergebnisse genannter Untersuchungen sind demnach kurz folgende:

Tritt eine Diurese bei sonst gleichbleibender Ernährung infolge von vermehrter Zufuhr von Wasser ein, so wird in weiten Grenzen der Eiweissumsatz nicht verändert; dieser Spielraum bezeichnet die normale Wasserzufuhr.

---

[1]) C. Voit, Untersuchungen über den Einfluss des Kochsalzes, des Kaffees u. s. w. auf den Stoffwechsel. München 1860. S. 61.

[2]) Forster bei L. Feder, Ueber die Ausscheidung des Salmiaks im Harn des Hundes. Zeitschr. f. Biol. Bd. 14. (1878.) S. 175.

[3]) A. Fraenkel, Einige Bemerkungen zu dem Aufsatz Eichhorsts. Virchow's Arch. Bd. 71. (1877). S. 117.
Ueber den Einfluss verminderter Sauerstoffzufuhr auf den Eiweisszerfall. Ebenda. Bd. 67. (1876.) S. 273.

[4]) R. O. Neumann: Der Einfluss grösserer Wassermengen auf die N-Ausscheidung beim Menschen. Arch. f. Hyg. Bd. 36. (1899.) S. 248.

Tritt dagegen durch erhöhte Wassereinfuhr eine Diurese bei einem Thier ein, welches vorher (durch trockene oder wasserarme Nahrung) entwässert worden war, so wird die Stickstoffausscheidung im Harn gesteigert.

Die Wasserentziehung selbst ist, sobald der Körper ein gewisses Mass von Wasser hat hergeben müssen, von einer geringen Steigerung des Eiweisszerfalles begleitet.

Ueber die Stoffwechselwirkungen des **Salpeters** liegen meines Wissens nur die Beobachtungen Beigel's (1855)[1]), Schirks's (1856)[2]), Salkowski's (1877)[3]) und Rabuteau's[4]) vor.

Beigel bestimmte die Harnstoffmenge bei Menschen nach medizinalen Gaben von Salpeter — ohne Einhaltung einer strengen Versuchstechnik — ebenso hat Schirks an sich und Kranken nach Salpetereinnahme die Stickstoffausfuhr im Harn gesteigert gefunden. Auch diese Versuche können hier übergangen werden, da die Nahrung nicht analysirt wurde und sich nicht einmal stets gleichblieb, die Grösse der Wasseraufnahme nicht vermerkt ist und nur Durchschnittszahlen von 3—4tägigen Perioden angegeben sind. Salkowski hat an Hunden die Beeinflussung des Stoffwechsels durch grössere Dosen des Salzes verfolgt. Leider sind seine Versuche nicht an Thieren im Stickstoffgleichgewicht, sondern nur in einem Beharrungszustand der Stickstoffausscheidung im Harn bei theilweisem Hunger angestellt. In einem der beiden Versuche, in denen das Thier an zwei aufeinanderfolgenden Tagen 7 und 10 g Natriumnitrat erhielt (0,35 g und 0,5 g $NaNO_3$ auf 1 Kilo Körpergewicht), trat trotz der Steigerung der Diurese eine Aenderung der Stickstoffausfuhr im Harn (Bunsensche Harnstoffmethode; der Koth-Stickstoff wurde nicht bestimmt) nicht ein; in dem anderen Versuche stellte er auf die einmalige Gabe von 10 g Natronsalpeter eine Steigerung der Harnmenge von 190 auf 695 ccm, der Stickstoffmenge von 2,37 g auf 2,79 g, also um 18 % fest. Berücksichtigt man, dass mit der Nahrung und dem Extrawasser im ersten Versuch 420 und 550 ccm Wasser eingeführt wurden, so übertrafen die dazu gehörigen Harnmengen 440 u. 595 ccm die der Wassereinfuhr nur um ein Geringes. Die gesteigerte Diurese hatte eben noch keine Entziehung von Körperwasser zur Folge, da in den vorhergehenden Tagen, wo die Harmenge beträchtlich hinter der des eingeführten Wassers zurückstand, der Organismus sich einen grösseren Vorrath an verfügbarem Wasser geschaffen hatte. Anders im Versuch 2; hier überstieg am Versuchstag die Harnmenge um 295 ccm die Wassermenge der Nahrung; die Folge dieser Entziehung von Körperwasser war eine Stickstoffmehrausscheidung um 18 %.

Unter Rabuteau's Leitung hat Jovitzu in Selbstversuchen die Beeinflussung des Stoffwechsels durch Kali- und Natronsalpeter geprüft und nach 10 g des Kali-

[1]) Beigel, Nova acta acad. Leopold. Bd. 25. (1855) S. 521.

[2]) Schirks, Experimenta nonnulla de natri nitrici, Kali nitrici et natri phosphorici in urea secernenda atque gignenda viribus. Diss. Gryph. 1856.

[3]) Salkowski, Ueber den Vorgang der Harnstoffbildung im Thierkörper und über den Einfluss der Ammoniaksalze auf denselben. Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 1 (1877). S. 1.

[4]) Rabuteau in Éléments de Thérapeutique et de Pharmacologie 1877. S. 224, zitirt nach A. Barth, toxikologische Untersuchungen über Chilisalpeter. Diss. Bonn 1879.

salzes ein allmähliches Abfallen des Harnstoffs während des eigentlichen Versuches und am ersten Nachtag gefunden; die Harnstoffausscheidung nahm nach Weglassen des Salpeters langsam wieder zu. Dem Natronsalpeter werden die gleichen, nur weniger ausgesprochenen Wirkungen zugeschrieben. Die Originalabhandlung ist mir leider nicht zugängig, um Methodik und Ergebnisse dieser Untersuchungen auf ihren Werth prüfen zu können.

Eigene Versuche.

Der Einfluss des Salpeters auf den Stoffumsatz wurde über einen längeren Zeitraum in drei Versuchsreihen an Hunden im Stickstoff-Gleichgewicht festzustellen versucht:

1. bei Anwendung kleiner Gaben,
2. bei mittleren und grossen Gaben ohne gesteigerte Wasserzufuhr und
3. bei denselben Mengen aber mit gleichzeitiger Deckung des durch die Diurese mehr ausgeführten Wassers.

Diese Versuche sind aus einer grösseren Stoffwechseluntersuchung mit verschiedenen Substanzen herausgegriffen. Ist die Bedeutung des Salpeters als Arzneimittel auch gering, so spielt er doch wegen seiner Verwendung zu Pökelzwecken in der praktischen Ernährungslehre und wegen mehrfacher Vergiftungen bei Menschen und Hausthieren in der Toxikologie eine Rolle und kann zur Klärung der Frage nach der Beeinflussung des Stoffwechsels durch ein anderes Neutralsalz, das nahverwandte Kochsalz, herangezogen werden, dessen Wirkungsweise noch immer nicht völlig aufgeklärt ist.

Die Versuchstechnik war die allgemein übliche. Die eingeführte Nahrung bestand aus fett- und sehnenfreiem Pferdefleisch, das stets analysirt wurde[1]), für 6—8 Tage in einzelnen Portionen abgewogen, wurde es auf Eis aufbewahrt.

Im Gegensatz zu Hund A und C erhielt Hund B noch Fett und Knochenasche (Calciumphosphat 188 Theile, Calciumcarbonat 21 Theile, Magnesiumphosphat 5 Theile); dieses und ein anderes Thier zeigten nämlich unter einer grösseren Anzahl von Stoffwechselhunden, die selbst bis zu einem Jahr mit reinem Fleisch gefüttert wurden, als einzige die merkwürdigen diarrhoischen Entleerungen (geformte Kothmassen mit flüssiger schwarzer Beimengung), die ein quantitatives Auffangen des Kothes unmöglich und meist auch durch Einfliessen in das Glas mit Harn diesen für einwandsfreie Versuche untauglich machten. Diese Diarrhoen konnten in dem einen Falle durch Beilagen von Fett und Knochenpulver gestopft werden, wie später auch Pflüger in einer Veröffentlichung bekannt gab; in dem hier vorliegenden aber nur dadurch, dass der Nahrung nicht nur Fett und Knochenasche zugesetzt wurden, sondern auch das ursprünglich zugemischte Wasser von 300 ccm auf 150 ccm herabgesetzt wurde.

---

[1]) Die Unzulässigkeit der Verfütterung von gleichen Mengen Fleisch mit einem berechneten Stickstoffgehalt haben einige hundert Analysen von 67 Fleischproben im pharmakologischen Laboratorium im Laufe der letzten 1½ Jahre wieder erwiesen. Die Werthe schwankten zwischen 3,02 und 3,55 % N.

Die genaue Abgrenzung des 24stündigen Harns wurde durch Katheterisiren der weiblichen vorher nach Falck vorbereiteten Thiere erreicht. Von einer Kothabgrenzung sah ich dagegen ab, weil die längere Dauer der Perioden hinlängliche Gewähr für Ausgleichung einzelner Schwankungen bot. Dagegen wurde mit Sorgfalt der im Käfig eingetrocknete Harn durch Ausspülen des Käfigs mit ca. $^1/_2$ Liter Wasser und Auswischen desselben mit kleinen Schwämmen gewonnen und in Versuch A täglich, in Versuch B und C währen 6—10 Tagen auf seinen Stickstoff-Gehalt untersucht (»Spülwasser«) und bei der Aufstellung der Bilanz zum Stickstoff des Harns und Kothes zugezählt. In gut gearbeiteten Käfigen[1]) beträgt, wie in den vorliegenden Fällen, der im Käfig verbleibende Harn, nach seinem Stickstoffgehalt berechnet, nur etwas über ein 1 % vom Gesammttages-Stickstoff, ein Werth, der also ruhig vernachlässigt werden könnte.

An die Katheterisation schloss sich die Wägung und Fütterung der Thiere, Dinge, die 10 Minuten in Anspruch nahmen, sodass bei Einhaltung grösster Pünktlichkeit die Hunde stets 23 Stunden 50 Minuten ohne Nahrung blieben.

Endlich soll darauf hingewiesen werden, dass gesunde Hunde häufig nach Wochen, ja selbst nach monatelangem gleichmässigen Füttern nicht ins Gleichgewicht kommen, ein Umstand, der die Ausführung solcher Versuche ausserordentlich erschweren kann. In der Litteratur findet sich immer und immer wieder die Angabe, dass nach einigen Tagen, höchstens nach einigen wenigen Wochen Stickstoff-Gleichgewicht eintreten müsste.

Die chemischen Methoden zur Bestimmung der Phosphorsäure und des Stickstoffs in der Nahrung, im Koth und im Harn waren die üblichen: Titriren mit Urannitrat (unter Verwendung der Cochenilletinktur als Indikator) und die Kjeldahlsche Stickstoff-Bestimmung. Nur in Versuch B und C musste während der Verfütterung von Salpeter von der Benutzung der Kjeldahlschen Methode abgesehen werden, da beim Kochen mit konzentrirten Mineralsäuren die Salpetersäure bei Anwesenheit von organischer Substanz zum Theil zu Ammoniak reduzirt wird (Kjeldahl), also zuviel Stickstoff bei der Destillation gefunden werden würde. Geht aber die Reduktion zu Ammoniak über salpetrige Säure, deren Gegenwart aus der Entwickelung rother Dämpfe geschlossen werden konnte, so findet zwischen ihr und Harnstoff in Schwefelsäure folgende Umsetzung statt $2\,(HNO_2) + CO\,(NH_2)_2 = CO_2 + 2\,N_2 + 3\,H_2O$, wodurch ein Verlust von Harn-Stickstoff eintreten müsste. Andrerseits kann auch die Salpetersäure durch die Zersetzung von Ammoniaksalzen ausgetrieben werden, was einem Verlust an Harn-Stickstoff gleichkommen würde. (Warington[2]). Es wurde deshalb im Versuch B und C die Liebig-Pflüger'sche

[1]) Die Käfige aus Zinkblech mit einem trichterförmigen, 30 cm Gefälle zeigenden Boden, dessen Flächen gut gegen einander gefügt sind, haben einen korb- oder kastenförmigen Aufsatz aus Drahtgeflecht und Drathnetze, auf denen der Hund liegt. Diese Bodenfläche hat die Maasse 120 : 90 cm bezw. 120 : 70 cm; die Höhe des Innenraumes bis zum Scheitel des Aufsatzes beträgt 100 bezw. 85 cm. Es sind dadurch die freien Bewegungen der Versuchsthiere ausgiebig ermöglicht.

[2]) Warington, Note on the behaviour of nitrates in Kjeldahl's process for the determination of nitrogen. Chem. News. 1885. (52). S. 162

Methode der Titrirung des Gesammt-N (mit Ausnahme des Salpeter-N) mittels Quecksilbernitrat angewandt und zwar so, dass sie in der Vor- und Nachperiode neben den Kjeldahl'schen Bestimmungen, im Versuchsabschnitt aber allein ausgeführt wurde. Bei genauer Einhaltung der von Pflüger gegebenen Vorschriften erhielten wir eine Uebereinstimmung der Werthe mit denen nach Kjeldahl bis auf rund 1,5%. Da bei der eingeschlagenen Versuchsanordnung bedeutend grössere Ausschläge zu erwarten waren, standen Bedenken der Benutzung dieser Tüpfelmethode nicht entgegen. In Vorversuchen mit Zusatz gewogener Mengen von Salpeter zum Harn und in Harnproben nach Darreichung dieses Salzes hatten wir uns überzeugt, dass sowohl die Methode von Ulsch zur Ermittelung des Gesammt-Stickstoffs durch Reduktion des Salpeters zu Ammoniak mit Eisen (ferrum hydrogenio reductum) und Schwefelsäure mit nachfolgendem Ueberdestilliren des Gesammt-Ammoniaks als auch durch Anwendung der Methode der Salpeterbestimmung im Wasser mit Eisenchlorürlösung und Salzsäure nach Schulze-Tiemann, die eine Austreibung des Salpeters in Form von Stickoxyd bezweckt, für vorliegende Untersuchung nicht brauchbar waren. Die Unzuverlässigkeit der letzteren Methode, die durch die Möglichkeit der Entwickelung von Stickstoff aus Harnstoff durch das Stickoxyd bedingt ist, haben überdies schon Pfeiffer und Thurmann nachgewiesen.

In Versuch A dagegen, wo bei einer durchschnittlichen Harnmenge von 350 ccm selbst bei quantitativem Uebergang des Salpeters während 24 Stunden[1]) in den zur Analyse verwandten 5 ccm nur $^1/_{70}$ eines Grammes Salpeter vorhanden sein konnte, kam die Kjeldahlsche Methode allein zur Anwendung.

Sämmtliche Analysenwerthe sind das Mittel aus mindestens zwei gut untereinander übereinstimmenden Zahlen. Bei der Aufstellung der Bilanz sind für den Gesammt-Stickstoff die Werthe für Harn-, Spülwasser- und Koth-Stickstoff zusammengezählt worden.

Die Analysen wurden von Herrn Weitzel und Herrn Dr. Sonntag ausgeführt.

Zur **ersten** Versuchsreihe wurde ein Hund benutzt, der schon in einem mehrmonatigen Stoffwechselversuch seine Brauchbarkeit für Gleichgewichtsversuche erwiesen hatte. Die Nahrung bestand aus 13,6 N entsprechendem Fleisch mit rund 300 g Wasser. Weitere 100 ccm Wasser wurden mit dem Fleisch vermengt; in diesem Wasser gelöst wurde in der Salpeterperiode 1 g $NaNO_3$ verabreicht.

In dem auf 7 im Stickstoff Gleichgewicht verlaufende Vortage folgenden Versuchsabschnitt konnte irgend ein Einfluss des Salzes (**0,1** g auf 1 Kilo Körpergewicht) auf die Eiweisszersetzung nicht konstatirt werden, indem weder in der Gesammtversuchsperiode die Stickstoff-Bilanz sich änderte, noch auch im Verlauf derselben irgendwelche nennenswerthen Schwankungen eintraten. Abweichungen um 4—5% nach oben und nach unten von dem Stickstoff-Gleichgewicht sind, wenn sie sich abwechselnd folgen, noch physiologisch. Dem täglichen Durchschnitt von 100,5% der Vorperiode steht 99,6% des Versuchsabschnitts gegenüber. In gleicher Weise wie die

[1]) Was bekanntlich nicht der Fall ist: Die Salpetersäure findet sich in bis jetzt unerklärter Weise zum Theil in den Körper-Ausscheidungen nicht wieder.

Hund A.

Dauer des Versuchs: 31. Oktober bis 1. Dezember.

Nahrung: Fleisch mit 13,6 g N und 100 ccm Wasser (Gesammt-Wasser 400 ccm).

Versuchstag	Körpergewicht in g	Salpeterzusatz	Harn					Koth		N	Bilanz	
			in ccm	N		P_2O_5		Feucht-Gewicht	N total	in Harn, Spülwasser und Koth	in absoluten Werthen	in % des Nahrungs-N.
				in %	total	in %	total					
1	10 660	—	384	3,52	13,517	0,48	1,862	8,29	0,264	13,97	— 0,37	102,7
2	10 550	—	379	3,48	13,203	0,48	1,820	7,16	0,245	13,59	+ 0,01	100
3	10 550	—	364	3,63	13,219	0,49	1,784	„	0,245	13,61	— 0,01	100
4	10 540	—	372	3,55	13,197	0,49	1,841	„	0,245	13,58	+ 0,02	100
5	10 520	—	358	3,67	13,127	0,51	1,826	„	0,245	13,49	+ 0,11	99,2
6	—	—	402	3,36	13,423	0,45	1,829	„	0,245	13,79	— 0,19	101,5
7	10 450	—	402	3,36	13,423	0,45	1,829	„	0,245	13,79	— 0,19	101,5
8	10 420	—	373	3,51	13,084	0,48	1,809	„	0,245	13,51	+ 0,09	99,3
Mittelwerth			**378**		**13,274**		**1,625**					**100,5 %**
1	10 420	1 g	320	4,16	13,300	0,58	1,872	„	0,245	13,65	— 0,05	100,3
2	10 410	1 g	354	3,68	13,044	0,50	1,770	„	0,245	13,46	+ 0,14	99
3	10 400	1 g	391	3,46	13,544	0,47	1,837	„	0,245	13,89	— 0,29	102
4	10 390	1 g	375	3,55	13,305	0,49	1,856	„	0,245	13,68	— 0,08	100,6
5	10 310	1 g	358	3,66	13,092	0,52	1,861	7,5	0,291	13,51	+ 0,09	99,3
6	10 340	1 g	340	3,83	13,023	0,54	1,853	„	0,291	13,44	+ 0,16	98,8
7	10 340	1 g	350	3,82	13,356	0,52	1,837	„	0,291	13,78	— 0,18	101,3
8	10 320	1 g	—	—	—	—	—	„	0,291	—	—	—
9	10 260	1 g	374	3,59	13,415	0,48	1,795	„	0,291	13,84	— 0,24	101,8
10	10 265	1 g	353	3,67	12,958	0,51	1,818	„	0,291	13,38	+ 0,22	98,4
11	10 270	1 g	372	3,67	13,671	0,50	1,878	„	0,291	14,10	— 0,50	103,8
12	10 255	1 g	424	3,10	13,148	0,44	1,865	„	0,291	13,57	+ 0,03	99,8
13	10 150	1 g	285	4,51	12,848	0,58	1,667	„	0,291	13,27	+ 0,33	97,5
14	10 170	1 g	332	3,94	13,075	0,53	1,777	5,6	0,205	13,41	+ 0,19	98,6
15	10 150	1 g	352	3,76	13,237	0,52	1,848	„	0,205	13,57	+ 0,03	99,8
16	10 170	1 g	359	3,70	13,299	0,50	1,813	„	0,205	13,63	— 0,03	100,2
17	10 200	1 g	340	3,71	12,619	0,51	1,734	„	0,205	12,95	+ 0,65	95,2
18	10 200	1 g	343	3,91	13,418	0,52	1,801	„	0,205	13,75	— 0,15	101,1
19	10 250	1 g	368	3,61	13,302	0,49	1,821	„	0,205	13,64	— 0,04	100,3
20	10 270	1 g	374	3,78	13,959	0,49	1,851	„	0,205	14,29	— 0,69	105,2
21	10 250	1 g	376	3,54	13,297	0,47	1,767	„	0,205	13,63	— 0,03	100,2
22	10 250	1 g	381	3,54	13,505	0,47	1,791	„	0,205	13,84	— 0,24	101,8
23	10 250	1 g	358	3,62	12,971	0,49	1,773	„	0,205	13,31	+ 0,29	97,7
24	10 280	1 g	308	4,21	12,962	0,56	1,741	„	0,205	13,30	+ 0,30	97,7
Mittelwerth			**357**		**13,232**		**1,810**					**99,6 %**

Harn-Stickstoff-Zahlen verlaufen die Zahlen für die Phorphorsäure; ihre Schwankungen gehen gleichfalls nicht über das Mass des Normalen hinaus. Der N des Kothes lässt während der Versuchszeit nichts Besonderes erkennen; der am 11., 20. und 35. Tag abgesetzte Koth enthielt täglich 1,8, 2,1 und 1,5 % des Nahrungs-Stickstoffs. Auch das Körpergewicht schwankte unbeträchtlich, die Verminderung während der 24 Fütterungs-

tage betrug 140 g. Eine Steigerung der Harnmenge ist nicht zu konstatiren; im Gegentheil der Durchschnitt der 8 Vortage, 378 ccm, war in 4 gleichlangen Einzelabschnitten des Versuchs: 358, 375, 335, 361 ccm = 357 ccm Mittelwerth der Gesammtsalzperiode.

Der Einfluss **grosser** Dosen Salpeter auf den Stoffwechsel wurde an den Hunden B und C verfolgt:

	Hund B	Hund C
Körper-Gewicht:	29 000 g . . .	12 000 g
Nahrungs-Stickstoff in reinem, frischem Pferdefleisch	30,6 g N . . .	18,7 g N
Wasser im Fleisch	670 ccm . . .	410 ccm
Wasser extra	150 „ . . .	300 „
Gesammt-Wasser	820 ccm . . .	710 ccm.
Wasser in ccm pro Kilo Körpergewicht	. **28** ccm	**60** ccm
Salpeter pro Kilo Körpergewicht	0,7 g Salpeter . . 1,0 g „ . . 1,4 g „ . .	0,7 g Salpeter 1,0 g „ 1,4 g „

Die Aufnahme des mit so grossen Mengen $NaNO_3$ vermischten Futters geschah mit demselben Appetit und ebenso gierig wie bei Nahrung ohne Salz; überhaupt verursachte der Salpeter in keinem Falle irgendwelche Störungen, wie Erbrechen, Diarrhoe oder sichtbare Beeinflussung des Befindens der Thiere.

Hund B.

Dauer des Versuchs: 15. September bis 5. November.
Nahrung: Fleisch mit 30,6 g N, 50 g Fett und 150 ccm Wasser (Gesammt-Wasser 820 ccm).

Versuchstag	Körpergewicht in g	Salpeter in g	Eingeführt Wasser in der Nahrung	Eingeführt Wasser extra	Eingeführt Wasser total	Harn Menge in ccm	Harn N nach Kjeldahl total	Harn N nach Liebig-Pflüger in %	Harn N nach Liebig-Pflüger total	Harn P_2O_5 in %	Harn P_2O_5 total	Koth Feuchtgewicht	Koth N total	N im Harn, Spülwasser[1]) und Koth	Bilanz in absoluten Werthen	Bilanz in % des Nahrungs-N	
1	29 450	—	820	—	820	780	31,012	4,013	31,303	0,365	2,847	100	1,002	32,75	— 2,15	107	Vorversuchsperiode
2	—	—	820	—	820	746	30,705	4,177	31,162	0,335	2,499	120	1,193	32,70	— 2,1	107	
3	29 500	—	820	—	820	746	30,705	4,177	31,162	0,335	2,499	160	0,728	32,24	— 1,64	105	
4	29 350	—	820	—	820	618	29,071	4,731	29,235	0,380	2,348		0,728	30,31	+ 0,29	99	
5	29 500	—	820	—	820	700	29,498	4,229	29,605	0,380	2,660	140	0,713	30,67	— 0,07	100	
6	29 500	—	820	—	820	704	30 061	4,211	29,644	0,355	2,499		0,713	30,7	— 0,1	100	
7	29 500	—	820	—	820	744	29,873	4,015	29,872	0,375	2,790	134	0,737	30,96	— 0,36	101,2	
8	29 450	—	820	—	820	680	29,988	4,412	30,001	0,345	2,346		0,737	31,09	— 0,49	101,6	
9	—	—	820	—	820	671	29,779	4,438	29,779	0,320	2,147	140	0,651	30,78	— 0,18	100.6	
10	29 560	—	820	—	820	671	29,779	4,438	29,779	0,320	2,147		0,651	30.78	— 0,18	100,6	
11	29 500	—	820	—	820	712	28,658	3,959	28,288	0,400	2,848	145	1,309	29,95	+ 0,65	98	
12	29 650	—	820	—	820	666	29,463	4,41	29,371	0,375	2,497	116	1,242	30,96	— 0,36	101,2	
						708					**2,510**		**0,874**			**100,8**	

[1]) 0,35 g täglicher Durchschnitt.

Versuchstag	Körpergewicht in g	Salpeter in g	Eingeführt: Wasser in der Nahrung	extra	total	Harn: Menge in ccm	N nach Kjeldahl total	N nach Liebig-Pflüger in %	total	P_2O_5 in %	total	Koth: Feuchtgewicht	N total	N im Harn, Spülwasser und Koth	Bilanz: in absoluten Werthen	in % des Nahrungs-N	
1	29 250	20	820	—	820	960	—	3,141	30,152	0,410	3,936	80	0,980	31,48	— 0,88	102,9	Versuchsperiode
2	29 220	20	820	—	820	896	—	3,307	29,628	0,365	3,270	125	1,365	31,34	— 0,74	102,3	
3	29 280	20	820	—	820	800	—	3,596	28,765	0,390	3,120	95	1.091	30,2	+ 0,4	98,7	
4	29 220	20	820	—	820	782	—	4,149	32,447	0,420	3,284	58	0,934	33,7	— 3,1	109,9	
5	29 220	20	820	—	820	780	—	3,775	29,442	0,435	3,393	165	1,998	31,79	— 1,19	103,8	
6	29 110	20	820	—	820	775	—	3,592	27,837	0,405	3,138	76	0,846	29,03	+ 1,57	94,9	
7	29 220	20	820	—	820	750	—	3,706	27,792	0,385	2,887	112	1,019	29,16	+ 1,44	95,5	
						820					**3,289**		**1,365**			**101,2**	
1 (8)	29 100	30	820	—	820	1010	—	2,820	28,484	0,270	2,727	40	0,604	29,44	+ 1 16	96,2	
2 (9)	28 920	30	820	—	880	918	—	3,130	28,730	0,315	2,892	114	1,137	30.42	+ 0,18	99,4	
3 (10)	28 840	30	820	—	820	940	—	3,215	30,225	0,285	2.679	105	1,081	31,65	— 1,05	103,2	
4 (11)	28 740	30	820	—	820	860	—	3,493	30,047	0,230	2,752	45	0,599	30,99	— 0,39	101,3	
5 (12)	28 600	30	820	—	820	908	—	3,360	30,449	0,450	4,086	128	1,281	32,13	— 1,53	105	
6 (13)	28 500	30	820	—	820	878	—	3,631	31,881	0,390	3,424	95	1,177	33,41	— 2,81	109,8	
7 (14)	28 470	30	820	—	820	980	—	3,303	32,369	0,325	3.180	50	0,612	33,35	— 2,75	108,6	
						928					**3,106**		**0,927**			**108,5**	
1 (15)	28 210	40	820	—	820	1170	—	2,734	31,992	0,265	3,100	34	0,762	33,10	— 2,50	108,2	
2 (16)	27 850	40	820	—	820	1062	—	2,962	31,455	0,275	2,920	130	1,335	33,14	— 2,54	108,2	
3 (17)	27 700	40	820	—	820	1018	—	3,245	33,036	0,240	2,434	80	0,848	34,23	— 3,63	111,9	
						1088					**2,817**		**0,982**			**109,8**	
4 (18)	27 750	40	820	500	1320	1180	—	2,783	32,839	0,275	3,245	90	1,024	34,21	— 3,61	111,9	
5 (19)	27 820	40	820	500	1320	1180	—	2,783	32,839	0,250	2,950	80	1,008	34,21	— 3,61	111,9	
6 (20)	28 770	40	820	2000	2820	1870	—	1,747	32,661	0,155	2,898	50	0,599	33,6	— 3,00	109,9	
7 (21)	28 550	40	820	2000	2820	2780	—	1,215	33,775	0,155	4.309	58	0,583	34,7	— 4,1	113,5	
8 (22)	28 350	40	820	1500	2320	2550	—	1,242	31,671	0,125	3,187	52	1,017	33,04	— 2,44	108	
9 (23)	28 220	40	820	2340	3160	3037	—	0,998	30,305	0,120	3,644	130	0,788	31,443	— 0,84	102,8	
10 (24)	28 150	40	820	2500	3320	3215	—	0,927	29,804	0,095	3,054		0,788	30,94	— 0,34	101	
11 (25)	28 000	40	820	3150	3960	3990	—	0,790	30,716	0,115	4,589	44	0,435	31,5	— 0,9	103	
1	27 550	—	820	—	820	896	30,106	3,345	29,974	0,375	3,360	35	0,578	30,9	— 0,3	101	Nachversuchsperiode
2[1]	27 500	—	820	2200	3020	2925	37,469	1,229	35,95	0,100	2,925	75	0,875	37,18	— 6,58	121,8	
3	27 310	—	820	1000	1820	1710	34,713	1,977	33,807	0,16	2,736	62	0,777	34.94	— 4,34	114,2	
4	27 220	—	820	2500	3320	3207	33,943	1,062	34,074	0,11	3,528	72	0,806	35,23	— 4,63	115,2	
5	27 210	—	820	1550	2370	2300	31,878	—	—	0,190	4,370	57	0,762	32,99	— 2,33	107.9	
Das Thier erhält zu seinem Futter 50 g Fett zugelegt													**0,76**			**111,6**	
6	27 110	—	820	1600	2420	2276	32,501	1,412	32,144	0,150	3,414	50	0,908	33,4	— 2,8	109,2	
7	—	—	820	500	1320	1270	32,039	2,497	31,706	0,230	2,921	60	1,050	33,1	— 2,5	108,2	
8	27 280	—	820	500	1320	1270	32,039	2,497	31,706	0,230	2,921	70	0,957	33,0	— 2,4	107,9	
9	27 170	—	820	500	1320	1352	32,064	2,401	32,459	0,195	2,636	58	0,735	33,5	— 2,9	109,6	
10	27 280	—	820	350	1170	1065	31,341	2,974	31,670	0,240	2,556	65	0,876	32,89	— 2,3	107,6	
11	27 200	—	820	—	820	740	29,495	3,968	29,368	0,260	1,924	50	0,887	30,60	0	100	
12	27 400	—	820	—	820	695	29,365	4,246	29,511	0,325	2,259	70	0,872	30,73	— 0,13	100,4	
13	27 380	—	820	—	820	724	30,894	4,246	30,743	0,395	2,860	60	0,622	31,91	— 1,3	104,3	
14	27 650	—	820	—	820	708	28,705	4,054	28,704	0,305	2,159	100	0,600	29,65	+ 0,95	96,9	
15	27 740	—	820	—	820	708	28,705	4,054	28,704	0,305	2,159		0,600	29,65	+ 0,95	96,9	

[1]) Salpetersäurereaktion im Harn negativ.

Auf den im Koth zu Verlust gehenden Stickstoff hatte die Fütterung von Salpeter einen steigernden Einfluss. Die Zunahme von täglich 0,1 g N im Koth, während 25 Tagen entspricht immerhin 11% des Normalwerthes; gegenüber der allerdings viel kürzeren und nach dem eingreifenden Versuch und bei fortdauernder hoher Wasserzufuhr erfolgenden, also nicht völlig einwandsfreien Nachperiode sind die Unterschiede noch viel deutlicher. Auffällig ist nur, dass die Stickstoff-Werthe im Koth während des ersten Theils des Versuchs am höchsten sind (56% Steigerung) und dann allmählich abfallen. Allerdings darf den Einzelzahlen eine allzugrosse Bedeutung nicht beigemessen werden, weil das Thier nicht zur bestimmten Zeit Koth absetzte. Eine Deutung dieses Ergebnisses kann hier unterbleiben, da ein bestätigender Versuch nicht vorliegt.

Bei der Betrachtung der Gesammt-Stickstoff-Bilanz (unter Heranziehung der Stickstoff-Werthe des Harns nach der Liebig-Pflüger'schen Methode aufgestellt) ist die Versuchsperiode in 2 Abschnitte einzutheilen. Der erste Theil bei gleichbleibender Wasseraufnahme dauert bis zum 3. Tag der Fütterung mit 40 g Salpeter, der zweite von da bis zum Ende des Versuchs.

Die Stickstoff-Bilanz, welche in der Vorperiode während der letzten 9 Tage im Mittel 100,8% beträgt und in den Einzelzahlen nach beiden Richtungen gleichmässig und in nur geringen Ausschlägen schwankt, zeigte im Verlauf des Versuchs ein völlig verändertes Bild. Während der Eingabe von 20 g $NaNO_3$ treten sehr beträchtliche Schwankungen bei noch unverändert erhaltenem Durchschnitt auf; die mittlere Gabe von 30 g lässt nun nicht sofort im Harn die Stickstoff-Ausfuhr ansteigen, sondern erst vom 3. Tag an über die letzten Tage dieses und die drei ersten Tage des dritten Abschnitts, wo die höchste Zahl 112% beträgt, also bis zum Ende des 1. Theils des Versuchs.

Die Ausscheidung der Phosphate steigt bereits vom 1. Versuchstag an und beträgt in den einzelnen Abschnitten 30%, 23% und 11% mehr als normal, ein Parallelgehen derselben mit dem N findet also nicht statt. Die N-Kurve geht aber unverkennbar mit dem Vorschreiten des Austrocknens des Körpers einher; mit dem Nachlassen der Wasserentziehung und dem theilweisen Ersatz des verloren gegangenen Wassers geht die Eiweissmehrzersetzung wieder zurück. Aus dem anfänglichen Ansteigen der Phosphate im Harn auf eine schon zu Beginn der Salpeterfütterung eintretende grössere Eiweisszersetzung zu schliessen, ist nicht angängig, weil einmal der weitere Verlauf der Versuche zeigt, dass die eigentliche Salpeterwirkung die gegentheilige ist, dann aber auch die Möglichkeit vorliegt, dass durch chemische Umsetzung des Natriumnitrats mit dem Calcium- und Magnesiumphosphat im Darm lösliches Natriumphosphat in geringen Mengen gebildet werde.

Bis zum Ende des ersten Theils des Versuchs war das Körpergewicht nun um 1750 g gefallen, ausserdem zeigte das Thier einen so starken Durst, dass es überall nach Wasser suchte, die Wände des frisch geputzten Käfigs ableckte, matt wurde und zitterte. Das Thier lag meistentheils ruhig im Käfig, sein Fell verlor die Glätte und wurde struppig. Im Interesse des weiteren Versuchs konnte also an eine Fortsetzung der Wasserentziehung nicht mehr gedacht werden. Es wurde deshalb im

zweiten Theil mit dem Ersatz des Wassers begonnen. War die beobachtete Salpeterwirkung Salzwirkung infolge der Wasserverarmung der Gewebe, so musste — wenn nur für die Diurese hinreichend Wasser gegeben wurde — trotz gleichbleibender Salpeterzufuhr schliesslich wieder Stickstoff-Gleichgewicht sich einstellen. In diesem Versuch auch noch die zweite Frage zu entscheiden, ob dem Salz neben seiner auf Wasserentziehung beruhenden Wirkung noch eine direkte Stoffwechselwirkung zukommt, war natürlich nicht möglich, da das Thier zweifellos im Verlauf des ganzen Versuchs durch die Einnahme von 790 g Salpeter, durch die anfängliche Austrocknung und die darauf folgende Ueberschwemmung mit Wasser Schädigung erlitten hatte.

Der weitere Fortgang des Versuchs zeigt nun, dass bei Extragaben von 500, 2000, 1500, 2340, 2500, 3150 ccm Wasser, die das Thier innerhalb der ersten 5 Tagesstunden freiwillig soff, die Stickstoff-Ausscheidung von dem höchsten Werth (113,5%) allmählich sank bis zu den Gesammt-N-Werthen von 102,5, 101 und 103%. Die Verhältnisse am Salpetertag No. 20, an dem von den insgesammt aufgenommenen 2810 ccm Wasser nur 1870 ccm erschienen und durch die zurückbehaltene Wassermasse das Körpergewicht um 950 g an einem Tag stieg, sind denen im C. Voit'schen eingangs erwähnten Versuch (S. 84) sehr ähnlich, nur dass dort das Thier (29 Kilo) hungerte.

Versuch C. Voit's:

Tag	Veränderung des Körpergewichts	Nahrung	Wasser		Harnmenge	Harnstoff (nach Liebig)
			in der Nahrung	Extra		
1	— 280 g	200 g Fleisch	150 ccm	—	256 ccm	28,3 g
2	— 385 g	—	—	—	177 „	16,7 „
3	— 210 g	230 g „	170 ccm	—	250 „	28,0 „
4	+ 880 g	—	—	1957 ccm	742 „	21,3 „ = 27% Steigerung gegenüber dem N des Vergleichshungertags.

Die Phosphatzahlen lassen aus dem vorher erwähnten Grunde einen sicheren Schluss nicht zu.

In der Nachperiode sollte versucht werden, den Körper mit der Wassermenge der Vorperiode (820 ccm) im Beharrungszustand zu erhalten; da aber am 1. Tag wohl die Stickstoff-Bilanz normal (101%) blieb, das Thier aber um 450 g an Gewicht verlor, wurde ihm von Neuem Wasser zum Saufen nach Belieben vorgesetzt. Bei einer Wasseraufnahme von 2200 ccm während der ersten 5 Stunden des Tages stieg der Stickstoff in den Ausscheidungen auf eine Höhe, wie sie während des ganzen Versuchs nicht erreicht wurde, auf 122% (= Mehrausscheidung von 6,58 g N entsprechend 41 g Eiweiss in 200 g Fleisch), hielt sich einige Tage bei wechselnder Menge des Nahrungswassers sehr hoch und fiel dann ganz langsam ab. Das Körpergewicht hob sich nicht, sank im Gegentheil bis 27100 g, was den Anlass gab, die Nahrung durch Fettzulage zu erhöhen. Von da wurde allmählich mit der vorgesetzten Wassermenge heruntergegangen, bis der Hund am 11. Nachversuchstag

wieder sein früheres Wasserquantum erhielt. Die ausserordentlich hohe Stickstoff-Ausfuhr im Harn bei Darreichung grosser Wassermengen im Nachversuch, nachdem die voraufgegangenen Tage mit viel Wasser nebst Salz und Normalwasser ohne Salz Stickstoff-Gleichgewicht gezeigt hatten, ist schwierig zu deuten. Für eine vermehrte Ausspülung spricht der Umstand, dass sofort mit dem Aufhören der gesteigerten Wasserzufuhr (11. Nachtag) die Stickstoff-Mehrausscheidung definitiv absinkt und zwar auf den Werth des Stickstoff-Gleichgewichts. Andrerseits ist es aber schwer verständlich, wie der Hund, nachdem er vom 10. bis 25. Versuchstag ohne Ausnahme mehr N (in Summa 35,04 g N) von sich gegeben hat als er aufgenommen, in den Nachtagen 2—5 eine weitere Menge von 17,88 g Stickstoff verfügbar gehabt haben soll, und warum er bei einer Durchfluthung des Körpers mit Wassermengen von 3 bis 4 l in den letzten Versuchstagen nicht schon den zurückgehaltenen Stickstoff hinweggeschwemmt haben sollte.

Im Wesentlichen scheint mir diese Stickstoff-Mehrausscheidung die Folge eines grösseren Eiweisszerfalls zu sein. Die Ursache dieses gesteigerten Umsatzes ist aber wohl in dem Einfluss grosser Wassermengen auf den wasserarmen Körper zu suchen, nicht aber allein in der Wasserverarmung (Straub). Noch am Beginn des Nachversuchs haben wir es trotz der grossen getrunkenen Flüssigkeitsmengen im Versuch selbst mit einem stark entwässerten Organismus zu thun. Am 1. Nachtag, wo das Thier bei Aufnahme von nur 820 ccm Wasser um 450 g an Gewicht abnahm und nicht einmal seinen Harn (895) aus dem Nahrungswasser völlig bestreiten konnte, geht der Körper doch nicht aus seinem Stickstoff-Gleichgewicht heraus; erst als an den folgenden Tagen grosse Massen Wasser gegeben wurden, schied er an einem Tage ein Mehr von 6,58 g N gegenüber dem Nahrungs-N aus, ein Befund, der völlig dem in Landauer's Versuch I (S. 82) entspricht. Ueberhaupt deckt sich das Ergebniss dieser Salpeterverfütterung durchaus mit den eingangs geschilderten Folgen der Wasserentziehung durch trockene Nahrung und nachfolgender Ueberflutung des ausgetrockneten Organismus mit Wasser (S. 80 und 83)[1]) und mit dem einen Versuch Salkowski's (S. 85).

Wesentlich einfacher liegen die Verhältnisse bei dem Versuch C: Das Thier, das von vornherein durch 60 ccm pro Kilo Körpergewicht gereichtes Wasser auf einen grösseren Wasservorrath eingestellt war, musste nach Analogie des Verhaltens des Hundes B zur Ausscheidung der mittleren Gabe Salpeter genügend Wasser verfügbar haben und durfte erst auf die grösste Menge mit Durst reagiren. Wurde jedoch einer Austrocknung durch Trinkenlassen von ausreichendem Wasser vorgebeugt, so musste, unabhängig von der Wirkung der Wasserentziehung, eine etwaige direkte, den Stoffwechsel beeinflussende Wirkung des Salpeters in die Erscheinung treten.

---

[1]) Die Thatsache, dass die Ueberschwemmung eines durch Flüssigkeitsentziehung konzentrirter gemachten Organismus mit Wasser den Stoffumsatz besonders stark verändert, hat vielleicht in der Beobachtung ein Gegenstück, dass Blutkörperchen, die vorher durch Erhöhung des osmotischen Drucks etwas wasserarm gemacht wurden, wenn sie wieder in Blut mit normalem osmotischen Druck zurückkommen, aufquellen und leicht absterben.

Hund C.

Dauer des Versuchs: 6. Oktober bis 5. November.

Nahrung: Fleisch mit 18,7 g N und 300 ccm Wasser (Gesammt-Wasser 710 ccm).

Versuchstag	Körpergewicht in g	Salpeter in g	Eingeführt: Wasser in der Nahrung	Eingeführt: Wasser extra	Eingeführt: Wasser total	Harn: Menge in ccm	Harn: N nach Kjeldahl total	Harn: N nach Liebig-Pflüger in %	Harn: N nach Liebig-Pflüger total	Harn: P_2O_5 in %	Harn: P_2O_5 total	Koth: Feuchtgewicht	Koth: N total	N im Harn, Spülwasser[1]) und Koth	Bilanz in absoluten Werthen	Bilanz in % des Nahrungs-N	
1	12 320	—	710	—	710	584	18,151	3,091	18,049	0,440	2,570	8,7	0,265	18,51	+ 0,19	99	Vorversuchsperiode
2	12 200	—	710	—	—	654	18,769	2,829	18,505	0,410	2,681	8,7	0,265	18,97	— 0,27	101,4	
3	12 250	—	710	—	—	654	18,769	2,829	18,505	0,410	2,681	8,7	0,265	18,97	— 0,27	101,4	
4	12 270	—	710	—	—	626	18,667	2,975	18,623	0,465	2,910	8,7	0,265	19,09	— 0,37	102	
5	12 220	—	710	—	—	680	19,135	2,783	18,924	0,430	2,924	8,7	0,265	19,39	— 0,69	103,6	
6	12 220	—	710	—	—	672	19,004	2,781	18,689	0,430	2,890	8,7	0,265	19,15	— 0,45	102,3	
7	12 260	—	710	—	—	610	18,446	2,994	18,261	0,470	2,867	8,7	0,265	18,78	— 0,08	100	
8	12 250	—	710	—	—	630	18,389	2,897	18,249	0,455	2,866	10,28	0,390	18,84	— 0,14	100,7	
9	—	—	710	—	—	604	18,476	—	—	0,460	2,778	10,28	0,390	19,07	— 0,37	102	
10	12 320	—	710	—	—	604	18,476	—	—	0,460	2,778	10,28	0,390	19,07	— 0,87	102	
11	12 420	—	710	—	—	610	18,702	3,012	18,375	0,440	2,684	10,28	0,390	18,96	— 0,26	101,4	
12	12 440	—	710	—	—	660	18,387	2,762	18,232	0,420	2,772	10,28	0,390	18,82	— 0,12	100,5	
						632					**2,784**					**101,9**	
1	12 300	8,5	710	50	760	723	—	2,561	18,517	0,380	2,747	10,16	0,356	19,07	— 0,37	101,6	Versuchsperiode
2	12 340	8,5	710	—	710	596	—	3,03	18,057	0,450	2,682	10,16	0,356	18,61	+ 0,09	99,5	
3	12 370	8,5	710	—	710	610	—	3,01	18,359	0,420	2,562	10,16	0,356	18,92	— 0,22	101	
4	12 330	8,5	710	—	710	555	—	3,262	18,104	0,455	2,505	10,16	0,356	18,66	+ 0,04	100	
						609										**100,7**	
1 (5)	12 310	12	710	—	710	668	—	2,587	17,283	0,390	2,605	10,16	0,356	17,84	+ 0,86	95,2	
2 (6)	12 170	12	710	—	710	718	—	2,419	17,372	0,370	2,657	10,16	0,356	17,93	+ 0,73	96,3	
3 (7)	12 220	12	710	—	710	664	—	2,638	17,518	0,400	2,656	6,0	0,222	17,94	+ 0,74	96,3	
4 (8)	12 210	12	710	—	710	670	—	2,646	17,726	0,400	2,680	6,0	0,222	18,15	+ 0,55	97,1	
						680										**96,2**	
1 (9)	12 290	17	710	610	1320	1230	—	1,458	17,929	0,210	2,583	6,0	0,222	18,35	+ 0,35	98,2	
2 (10)	12 270	17	710	500	1210	1218	—	1,448	17,633	0,210	2,558	6,0	0,222	18,06	+ 0,64	96,6	
3 (11)	—	17	710	500	1210	1236	—	1,442	17,817	0,225	2,781	6,0	0,222	18,24	+ 0,46	97,6	
4 (12)	12 180	17	710	630	1340	1236	—	1,442	17,817	0,225	2,781	6,0	0,222	18,24	+ 0,46	97,6	
5 (13)	12 210	17	710	500	1210	1135	—	1,634	18,547	0,235	2,667	6,0	0,222	18,97	— 0,27	101,4	
																98,8	
1	12 120	—	710	30	740	774	18,438	2,382	18,438	0,330	2,554	7,0	0,244	18,88	— 0,18	101	Nachversuchsperiode
2	12 170	—	710	—	710	682	18,284	2,695	18,382	0,375	2,557	7,0	0,244	18,82	— 0,12	100,5	
3	12 170	—	710	—	710	608	18,922	3,091	18,790	0,430	2,641	7,0	0,244	19,23	— 0,53	102,7	
4[2])	12 190	—	710	—	710	670	18,619	2,790	18,696	0,930	2,412	7,0	0,244	19,14	— 0,44	102	
5	—	—	710	—	710	687	18,678	2,725	18,722	0,375	2,576	7,0	0,244	19,17	— 0,47	102,5	
6	12 240	—	710	—	710	687	18,678	2,725	18,722	0,375	2,576	7,0	0,244	19,17	— 0,47	102,5	
																101,8	

[1]) 0,2 g N täglicher Durchschnitt.

[2]) Salpetersäure-Reaktion im Harn negativ.

Die in Harn und Koth ausgeschiedenen Mengen Stickstoff, die während der Vorversuchsperiode beständig ein wenig über der Norm lagen, schwankten während des ersten Versuchsabschnitts nach beiden Richtungen um den Normalwerth (100 % von der Stickstoff-Einfuhr), bei der mittleren Dosis (1,0 g : 1000 g) begann dagegen sofort die Stickstoff-Ausscheidung auf 95,2 % abzufallen und hielt sich während des ganzen Versuchsabschnitts niedrig. In der dritten Theilperiode, wo das Thier innerhalb der ersten 5 Stunden Wasser nach Belieben aufnehmen konnte, blieb die Stickstoff-Ausscheidung noch niedrig, um erst am letzten Versuchstag ein wenig über den Normalwerth anzusteigen, woraus wohl geschlossen werden darf, dass der Salpeter aufgehört hatte auf den Stoffwechsel in der anfänglichen Weise zu wirken. In den Nachtagen, wo die frühere Wassermenge wieder gegeben wurde, war das Mittel der Stickstoff-Bilanz analog der Vorperiode 101,8 %. Der grösste beobachtete Abfall nach Salpetereingabe beträgt also **6,6** % (von 101,8 % auf 95,2 %). Die in dem alle 5 bis 7 Tage abgesetzten Koth zu Verlust gehenden Stickstoff-Mengen lassen einen Einfluss des Salpeters auf die Stickstoff-Ausscheidung in dem Koth nicht erkennen, gegenüber dem Befund bei Hund B, der täglich Koth entleerte.

Die Betrachtung der Harnmengen im Vergleich zu dem aufgenommenen Wasser ergiebt, dass in keiner der 3 Perioden eine Wasserentziehung eintrat. Das Körpergewicht blieb dementsprechend auch völlig unverändert. Die Phosphorsäurezahlen weisen während des Versuchs ein geringes Sinken auf, gehen also annähernd der Stickstoff-Ausscheidung parallel. Es handelt sich demnach bei der eigentlichen Salpeterwirkung um eine geringe Herabdrückung des Eiweissumsatzes.

Die Ergebnisse der vorliegenden 3 Versuche am Hund sind diese:

1. Weder kleine noch grosse Mengen Natronsalpeter haben einen Einfluss auf die Fresslust, das Wohlbefinden, Kothentleerungen und Körpergewicht erkennen lassen.

2. Kleine Gaben, welche keine Diurese erzeugen, beeinflussen den Stoffwechsel nicht.

3. Bei grösseren Gaben Salpeter, die eine lebhafte Diurese hervorrufen, lässt sich bei geeigneter Versuchsanordnung (Darreichung von Wasser) eine direkte Wirkung auf den Stoffwechsel, bestehend in einer **Stickstoff-Sparung,** nachweisen. Wird dem Thier dagegen mit der Nahrung nicht genügend Wasser zur Ausscheidung des Salpeters gegeben, so wird die Salpeterwirkung durch die Salzwirkung (Wasserentziehung) verdeckt, die in einer Steigerung des Eiweisszerfalls besteht. Diese ist in Wirklichkeit grösser, als der Versuch ergeben hat; sie wird durch die eigentliche Salpeterwirkung herabgedrückt.

4. Die eingangs aufgestellten Sätze (S. 84), dass eine Diurese infolge von vermehrter Zufuhr von Wasser bei sonst gleichbleibenden Bedingungen den Eiweissumsatz nicht ändert, wohl aber, wenn der Körper vorher entwässert worden war, gelten auch, wenn gleichzeitig Salpeter gegeben oder die Wasserverarmung durch Salpeter erzielt war.

Es erübrigt noch, den Salpeter in seiner Wirkung auf den Stoffwechsel mit den Erfahrungen über andere Salze zu vergleichen.

Aus der grossen Zahl Stoffwechseluntersuchungen mit Kochsalz sei zunächst auf die Straub's[1]) verwiesen, die in den beiden Hauptpunkten mit vorliegenden Ergebnissen übereinstimmen: Einwandsfrei haben seine Versuche gezeigt, dass in grossen Gaben (0,7 g und 1,15 g auf die Gewichtseinheit, 12 g und 20 g insgesammt) Kochsalz eine Salzwirkung, Steigerung des Eiweisszerfalls infolge theilweiser Entwässerung des Körpers, besitzt. Leider sind diese Versuche nicht in Stickstoff-Gleichgewicht, sondern in einem Stadium angestellt, in dem der Hund sich erst stufenweise dem Beharrungszustand näherte. Seine zweite Behauptung, dass die eigentliche Kochsalzwirkung in einer Verminderung des Eiweissumsatzes beruhe, kann aus seinen Versuchen mit Sicherheit nicht geschlossen werden. Es stellte sich wohl jedesmal am 1. Kochsalztag ohne gesteigerte Wasserzufuhr ein geringes Heruntergehen der Stickstoff-Zahl in Harn und Koth ein, indessen das Thier war noch nicht im Gleichgewicht; es trat wohl in dem 3tägigen Gegenversuch, in dem der Hund 20 g Kochsalz mit 700 ccm Extra-Wasser erhielt, eine Stickstoff-Wenigerausscheidung von 2 % ein, allein dieser Ausschlag ist zu gering, um ohne bestätigenden Versuch sicher in dem erwähnten Sinne gedeutet werden zu können. Diese Bestätigung darf wohl in dem Ausfall der Salpeterversuche erblickt werden. Der Umstand, dass in dem Versuch mit Darreichung von 20 g Kochsalz ohne Wasser das Maximum der Stickstoff-Mehrausscheidung in die Nachperiode fällt, wird von Straub in der Weise gedeutet, dass während der Salzperiode, wo der Harn an Menge die Flüssigkeit in der Nahrung übertraf, das zur Ausscheidung gelangende Kochsalz das Wasser für sich beanspruchte, so dass der Organismus gezwungen war, die in grösserer Menge vorhandenen N-haltigen Endprodukte theilweise zurückzuhalten, bis in dem Nachversuch Wasser genügend zur Ausfuhr dieser Produkte vorhanden war. (S. hierzu S. 83).

Die übrigen Kochsalz-Versuche von C. Voit[2]), Feder[3]), Dubelir[4]) und Pugliese[5]) decken sich zum Theil nicht mit den obenerwähnten Straub's, auch unter einander widersprechen sie sich, wofür eine befriedigende Erklärung nicht gegeben werden kann, zumal da C. Voit, unter Anwendung allerdings kleinerer Dosen (0,1 bis 0,6 g pro Kilo) sowohl bei Wasservorenthaltung als bei Wasserdarreichung den Stoffwechsel gesteigert fand. Dubelir will hierfür die Grösse der Salzzufuhr verantwortlich machen, indem grössere Dosen die „Zersetzungsfähigkeit der Zellen" herabsetzen.

---

[1]) Straub, Ueber den Einfluss des Kochsalzes auf die Eiweisszersetzung. Zeitschr. f. Biol. Bd. 37. (1899) S. 527.

[2]) C. Voit, Untersuchungen über den Einfluss des Kochsalzes u. s. w. München 1860.

[3]) Feder, Ueber die Ausscheidung des Salmiaks im Harn des Hundes. Zeitschr. f. Biol. Bd. 14. (1878). S. 161.

[4]) Dubelir, Noch einige Versuche über den Einfluss des Wassers und des Kochsalzes auf die N-Ausgabe vom Thierkörper. Zeischr. f. Biol. Bd. 28. (1892). S. 236.

[5]) Pugliese, Action du chlorure de sodium et du chlorure de potassium sur l'échange matériel. Arch. ital. de Biol. Bd. 25 (1896). S. 17.

Einige mit anderen Salzen in grossen Mengen angestellte Versuche (s. Tab.) bestätigen im Allgemeinen die Ansicht, dass es für die Beeinflussung des Stoffwechsels allein auf die absolute Steigerung der Harnmenge nicht ankommt, sondern darauf, ob mit der Diurese eine Wasserentziehung eintritt. Besonders scheint das Verhalten des kohlensauren Natriums dies zu beweisen; als einziges Salz unter den unten aufgezählten bewirkt es gesteigerten Eiweisszerfall; es ruft auch allein eine gleichzeitige Wasserentziehung hervor. Die (bedauerlicher Weise an einem Hund mit sehr schwankendem Körpergewicht) angestellten Versuche J. Mayer's[1]) und die von Salkowski und Munk[2]) deuten im Verein mit den Kochsalz- und Salpeterversuchen darauf hin, dass soweit es sich um grosse Gaben handelt und unsere Untersuchungsverfahren es festzustellen gestatten, den genannten Salzen neben der Salzwirkung nicht eine spezifische sondern eine allen gemeinsame Wirkung auf den Stoffumsatz zuzukommen scheint. Diese dürfte wohl ebenfalls physikalischer Natur sein. So grosse Salzmengen können, selbst wenn durch Vermeidung einer Wasserentziehung infolge Wasserdarreichung gröbere Störungen nicht zu stande kommen,

Art des Salzes	Dosis pro Kilo Körpergewicht	N Bilanz	Harnmenge	Harn im Verhältniss zum Nahrungswasser	Autoren
I. Gleichbleibende Wasserzufuhr in der Nahrung (525 ccm); Hund 22000—22800 g schwer.					
Essigsaures Natrium	0,33 g wasserfrei	Verminderung um 5—8%	gesteigert von 340 auf 470 ccm	Harn < Nahrungswasser	J. Mayer
Kohlensaures Natrium	0,33 g wasserfrei	Steigerung um 5—6%	gesteigert von 385 auf 573 ccm	Harn > Nahrungswasser	
„	0,17 g wasserfrei	Steigerung um 2—3%	gesteigert von 420 auf 500 ccm	Harn annähernd = Nahrungswasser	
Schwefelsaures Natrium	0,23 g wasserfrei	Verminderung um 3—7%	gesteigert von 380 auf 388 cm	Harn < Nahrungswasser	
„	0,12 g wasserfrei	Verminderung um 1—5%	gesteigert von 386 auf 395 ccm	Harn < Nahrungswasser	
Phosphorsaures Natrium	0,33 g wasserfrei	Verminderung um 4—6%	gesteigert von 356 auf 436 ccm	Harn < Nahrungswasser	
„	0,17 g wasserfrei	Verminderung um 1—3%	gesteigert von 365 auf 422 ccm	Harn < Nahrungswasser	
II. Nicht gleichbleibende Wasserzufuhr in der Nahrung; Hund 20500 g schwer.					
Essigsaures Natrium	0,5 g	Steigerung um 5%	gesteigert, aber auch Nahrungswasser gesteigert	Harn > Nahrungswasser an einem Tag	Salkowski und J. Munk

[1]) Jacques Mayer, Ueber den Einfluss der Natronsalze auf den Eiweissumsatz im Thierkörper. Zeitschr. f. klin. Med. Bd. 3. (1881). S. 82.

[2]) Salkowski und Munk, Ueber die Beziehungen der Reaktion des Harns zu seinem Gehalt an Ammoniumsalzen. Virchow's Arch. Bd. 71. (1877). S. 500.

nicht im Körper kreisen, ohne im Blut und in den Zellen, die sie bespülen, feinere Aenderungen der Zusammensetzung und des osmotischen Drucks hervorzubringen. Stellt man sich auf Grund mancher experimentellen Erfahrung die Spaltungsvorgänge im Organismus als den Ausdruck einer Art Fermentwirkung vor, so findet diese Herabsetzung des Stoffumsatzes eine gewisse Analogie in der beobachteten Hemmung der Wirkung einiger Enzyme, so des Ptyalins und Pepsins, durch konzentrirtere Lösungen von neutralen Alkalisalzen und des Emulsins durch verdünnte Kaliumnitratlösung (Liebreich 1900), während allerdings das Hefeendotrypsin auch durch starke Salzlösungen in seiner Wirksamkeit gesteigert wird (Hahn und Geret 1900) und die verzuckernden Enzyme des Mund- und des Bauchspeichels durch Kalisalpeter nicht beeinflusst werden (Liebreich).

Ueber das Vorkommen der Pest bei den Schiffsratten und seine epidemiologische Bedeutung.

Von

Reg.-Rath Prof. Dr. **H. Kossel**, Mitglied des Kaiserlichen Gesundheitsamtes, und Physikus Dr. **Nocht**, Hafenarzt in Hamburg.

(Hierzu Tafel II.)

In den letzten Jahren sind wiederholt sowohl vereinzelte Pestfälle, wie grössere Ausbrüche der Pest beobachtet worden, bei denen Anhaltspunkte dafür, dass der Krankheitsstoff durch Menschen eingeschleppt wurde, nicht vorhanden waren, bei denen man vielmehr annehmen musste, dass die Uebertragung auf andere Weise erfolgt war. Der Umstand, dass fast stets in den befallenen Ländern Hafenorte von der Seuche zuerst heimgesucht waren, und dass der Ursprung der ersten Fälle meist auf die unmittelbare Umgebung der Hafenanlagen zurückgeführt werden konnte, wies allerdings darauf hin, dass der Schiffsverkehr in irgend einer Weise an der Verschleppung des Krankheitsstoffes betheiligt war. In welcher Weise man sich aber diese Betheiligung zu denken hatte, ohne dass pestkranke Menschen auf ankommenden Schiffen in Betracht kamen, darüber konnten bisher nur Vermuthungen gehegt werden.

Folgen wir der Pest auf dem Wege (s. Tabelle und Tafel), den sie eingeschlagen hat, nachdem sie von ihrer Gebirgsheimath im Innern des asiatischen Kontinents an die Küste hinabgestiegen war, und seit sie 1894 mit ihrem Auftreten in Hongkong an den Pforten des Weltverkehrs erschien, so sehen wir sie zunächst nach Westen und dann nach den verschiedensten Himmelsrichtungen sich ausdehnen, bald langsam von Ort zu Ort kriechend, bald weiten Entfernungen zum Trotz plötzlich in entlegenen Welttheilen auftauchend.

Während der ersten beiden Jahre auf die ostasiatischen Gegenden beschränkt, nistete sie sich 1896 in Indien ein und machte bereits im Herbst desselben Jahres einen Vorstoss nach London. Glücklicherweise ging von den beiden in London erkrankten Stewards eines aus Indien kommenden Dampfers ebenso wie bei wiederholten späteren Einschleppungen keine weitere Ansteckung aus. Die unbedeutenden Fortschritte, welche die Pest zunächst von Indien und dem aus früheren Zeiten übelberüchtigten Arabien aus machte, gaben bereits der Hoffnung Raum, dass die geringe Haltbarkeit des Pestansteckungsstoffes ausserhalb des menschlichen Körpers ihrer Uebertragung auf weite Entfernungen ungünstig sei, aber nachdem 1898 Madagascar ergriffen war, brachte das Jahr 1899 Kunde von ihrem Auftreten auf drei weiteren Kontinenten, nämlich Afrika (Alexandrien und Lourenço Marquez), Süd-Amerika (Asuncion, Rosario, Santos), und endlich Europa (Oporto und Süd-Russland). Auch Japan, auf dessen Staatsgebiet bereits in Formosa seit 1894 schwere Pestepidemien geherrscht hatten, wurde ergriffen (Kobe und

Glasgow
Liverpool
Cardiff
Oporto
Lissabon
Atlantischer
K. Verde
Ocean
S. Paulo
Nictheroy
Rio de Janeiro
Santos
Asuncion
Rosario
S. Nicolas
Montevideo
Buenos Aires

Osaka), ebenso die Sandwichsinseln und Neukaledonien. Schliesslich drang die Seuche im vergangenen Jahre nach Australien vor, fasste im Sommer 1900 wieder auf europäischem Boden in Glasgow, wenn auch nur vorübergehend, festen Fuss und breitete sich in neuester Zeit in Südafrika aus. Bedeutend ist die Zahl der Häfen, in welchen während der letzten Jahre Schiffe mit Pestkranken an Bord eingelaufen sind, ohne dass weitere Ansteckungen erfolgten.

In dieser Zeit hat die Pest auf dem Landwege ungleich langsamere Fortschritte gemacht, wenn auch die Gefahr nicht unterschätzt werden darf, welche Europa auf der alten Heerstrasse der Cholera über Persien und Südrussland naht[1]).

Wir sehen somit die Pest bei ihrer Wanderung vornehmlich den grossen Seeverkehrsstrassen folgen und sich in den Häfen festsetzen, während die Ausbreitung in das Land hinein nur langsam erfolgt oder ganz ausbleibt, wenn nicht eine Massenflucht, wie in Indien, den Ansteckungskeim von dem ursprünglichen Heerd in kurzer Zeit über ein grosses Gebiet verbreiten hilft. Trotzdem ist man in Indien oft erstaunt gewesen, zu sehen, dass eine Einschleppung durch Menschen selbst unter ungünstigen hygienischen Verhältnissen ohne weitere Folgen blieb. Das Gleiche ist in den europäischen Hafenstädten der Fall gewesen, auch wenn die den Krankheitsstoff tragenden Personen nicht sofort durch Absonderung unschädlich gemacht wurden, weil die Art ihres Leidens zunächst noch unerkannt blieb. In denjenigen Hafenstädten dagegen, in welchen die Pest sich epidemisch ausgebreitet hat, konnte die Epidemie fast niemals mit Sicherheit auf einen zugereisten Pestkranken zurückgeführt werden; meist blieb die Quelle der Ansteckung für den ersten einheimischen Kranken verborgen.

Da in den meisten Seeschiffen Ratten in mehr oder weniger grosser Anzahl vorhanden sind und die epidemiologischen Beobachtungen der letzten Jahre gelehrt haben, dass diese Nager sehr empfänglich für Pest sind und die Krankheit leicht auf ihre Artgenossen übertragen, so lag allerdings von Anfang an der Verdacht ziemlich nahe, dass die Ratten bei den zuletzt erwähnten Einschleppungen eine Rolle gespielt haben dürften.

Um nur einige Beispiele aus neuerer Zeit zu nennen, so wurde der Ursprung der Pest in Oporto von den zum Studium der Krankheit dorthin entsandten deutschen Bakteriologen[2]) auf eine Uebertragung durch erkrankte oder todte Schiffsratten zurückgeführt und in Sydney[3]) nahm man eine ähnliche Entstehungsursache für die Epidemie des Jahres 1900 an. Ferner können die auf dem englischen Dampfer Highland Prince im Herbst 1900 unter der Mannschaft vorgekommenen Pestfälle[4]) kaum anders als durch die Annahme erklärt werden, dass auf dem Schiff eine Rattenpest vorangegangen war. Das aus Rosario stammende Schiff hatte Ende August die Rückfahrt von London nach Argentinien angetreten, kam also aus einem nicht verseuchten Hafen. Trotzdem brach während der Reise die Pest unter der Mannschaft aus. Der Vorfall ist

[1]) Die Erscheinungen bei den im Südosten Russlands beobachteten pestverdächtigen Erkrankungen sind derart, dass man diese wohl als Pestfälle ansehen darf. —

[2]) Kossel und Frosch, Ueber die Pest in Oporto, Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamt. Bd XVII, S. 25.

[3]) Report on an outbreak of Plague at Sydney Sydney. William Applegate Gullick 1900.

[4]) Veröffentlichungen des Kaiserlichen Gesundheitsamtes 1901, S 19, 133.

vermuthlich so zu deuten, dass eine vor Antritt der Reise nach England in Südamerika erfolgte Infektion der Schiffsratten mit Pest zunächst zu einer Epidemie unter den Ratten führte, die jedoch während der Fahrt nach Europa ähnlich wie in dem zu beschreibenden Fall auf die Laderäume beschränkt blieb und den an Bord befindlichen Menschen erst während der Rückfahrt nach Südamerika gefährlich wurde, nachdem das Löschen der Ladung in England die Ratten aus ihren Schlupfwinkeln hervorgetrieben hatte.

Im Jahre 1899 wurde in Japan eine Beobachtung gemacht, die den auf die Ratten gerichteten Verdacht erheblich zu verstärken geeignet war[1]). Im November d. Js. brach in Kobe in Japan eine Pestepidemie aus, bei der die ersten Fälle Leute betrafen, die den Kehricht und die Abfälle der Ladung von Schiffen auf noch verwerthbare Bestandtheile untersucht hatten, bezw. mit solchen Abfällen in Berührung gekommen waren. Insbesondere handelte es sich dabei um Leute, die mit dem Kehricht und den Abfällen eines Schiffes zu thun gehabt hatten, das aus China bezw. Indien mit Watte und Reis in Kobe angekommen war. Es lag deshalb sehr nahe, anzunehmen, dass unter den Ratten an Bord des Schiffs eine Pestepidemie geherrscht hatte und dass die kranken Ratten den Kehricht und die Abfälle der Ladung des Schiffes durch ihren Koth und Urin infizirt hatten. Der sichere Nachweis indessen, dass auf dem Schiffe selbst pestkranke Ratten vorhanden waren oder gewesen waren, konnte nicht geführt werden. Dagegen gelang es in Watteabfällen, welche der Ausgangspunkt einiger Infektionen gewesen waren, lebende Pestbazillen nachzuweisen. Ferner waren am Landungsplatz des Schiffes Kadaver von an der Pest verendeten Ratten gefunden worden.

In neuester Zeit sind jedoch zwei Schiffe in europäischen Häfen angekommen, auf denen thatsächlich Rattenpest festgestellt werden konnte. Pesterkrankungen unter den an Bord eingeschifften Menschen sind dabei nicht bekannt geworden. Der erste Fall dieser Art kam in Hamburg im Januar ds. Js., der zweite in demselben Monat in Bristol[2]) vor. Beide wiesen auf Smyrna als vermuthliche Quelle der Ansteckung hin. Sie zeigen deutlich die Gefahr, die unseren Häfen von den Schiffsratten droht.

Der Hamburger Fall soll im Folgenden näher beschrieben werden. Er ist auch aus dem Grunde interessant, weil dabei umfassende und gründliche Massregeln zur Verhinderung der Uebertragung der Infektion durch die Ratten, durch das infizirte Schiff und die Ladung getroffen wurden, deren Wahl zunächst nicht ganz leicht war, deren Bekanntgabe aber den Gesundheitsbehörden in anderen Häfen von Interesse sein dürfte.

Am 15. Januar kam der Dampfer „Pergamon“ mit voller, aus Stückgütern und und zwar meist Lebensmitteln bestehender Ladung von einer Mittelmeerreise, auf der er u. a. auch das damals pestverseuchte Smyrna angelaufen und dort Ladung eingenommen hatte, nach Hamburg zurück. Am 16. Januar begann man mit dem Löschen der Ladung. Am 17. Januar wurde dem Hafenarzt von einem der ihm unterstellten,

---

[1]) Kitasato, Bericht über die Pestepidemie in Kobe und Osaka, November 1899 bis Januar 1900. Tokio 1900.

[2]) British medical Journal vom 2. Februar 1901.

mit der Ueberwachung der sanitären Verhältnisse der im Hafen liegenden Schiffe betrauten Gesundheitsaufseher gemeldet, dass zwischen der Ladung des Schiffes in einem Raum todte Ratten gefunden worden seien. Der Hafenarzt begab sich sofort an Bord und stellte fest, dass die mit der Entlöschung des Schiffes beauftragten Arbeiter (Schauerleute) an mehreren Stellen eines und desselben Schiffsraums zwischen der Ladung auf todte Ratten, die in Gruppen von 5—10 Stück beisammen lagen, gestossen waren.

Dieser Befund erschien insofern auffällig, als für gewöhnlich nur ganz vereinzelt todte Ratten an ganz unzugänglichen, versteckten Stellen gefunden werden und die überlebenden Ratten die todten in der Regel bald auffressen. Im vorliegenden Falle handelte es sich anscheinend um ein erheblicheres und plötzliches Rattensterben, so dass die überlebenden Ratten nicht im Stande gewesen waren, die Kadaver sämmtlich zu vertilgen. Dagegen zeigte sich einer der zuerst aufgefundenen Kadaver stark angefressen. Eine Anzahl der todten Ratten wurden sofort dem Hygienischen Institut zur Untersuchung übergeben. Zugleich ordnete der Hafenarzt an, dass mit dem weiteren Entlöschen des Schiffes sofort aufgehört werde. Der Verkehr mit dem Lande wurde unterbrochen. Niemand von der an Bord befindlichen Mannschaft durfte zunächst das Schiff verlassen. Das Schiff wurde ferner an einer vom Lande entfernt gelegenen Stelle im Indiahafen in einem abgelegenen, verkehrsarmen Theile des Hafens isolirt.

Schon die mikroskopische Untersuchung der Organe der Rattenkadaver im Hygienischen Institut liess den Pestverdacht sehr begründet erscheinen, die weiteren Ergebnisse der Untersuchung, namentlich das Thierexperiment sicherten in den nächsten Tagen die Diagnose Pest.

Des schweren Eisgangs wegen konnte das Schiff nicht, wie es sonst in Hamburg für verseuchte Schiffe vorgeschrieben ist, mit Ladung und Mannschaften nach der Quarantäne- und Desinfektionsanstalt in Groden an der Unterelbe verlegt werden, um dort weiter behandelt zu werden, sondern musste an dem oben genannten Platze im Hamburger Hafen verbleiben; dort wurde die weitere Behandlung des Dampfers und seiner werthvollen Frachtgüter, die Beobachtung seiner Mannschaften u. s. w. nach Gesichtspunkten vorgenommen, die zwischen dem auf Ersuchen des Hamburgischen Senates sofort entsandten Kommissar des Kaiserlichen Gesundheitsamtes (Kossel) und den Hamburgischen Medizinalbeamten vereinbart wurden und die Eigenart und Schwierigkeit der Verhältnisse möglichst berücksichtigten. Namentlich galt es die werthvolle Ladung von Pestkeimen möglichst zu befreien, ohne die Güter wesentlich zu beschädigen.

Bis am 17. Januar dem weiteren Verkehr des Dampfers mit dem Lande ein Ende gemacht wurde, lag derselbe am Quai und hatte in den 24 Stunden, die seit dem Beginn des Entlöschens der Ladung vergangen waren, bereits einen beträchtlichen Theil seiner Ladung dorthin abgesezt, nämlich;

1. in Säcken:
   Mehl, Sesamsaat, Bohnen, Johannisbrot, Mandeln, Wachs, Weinstein, Teppiche, Flechtrohr;
2. in Fässern bezw. Kisten:

Korinthen, Rosinen, Oel, Wein, Früchte, Eichenholzextrakt, Wallonea (Eichelzapfen), Galläpfel;

3. in nicht mit einer Umhüllung versehenen Ballen zusammengeschnürt: Häute, Pflanzenfasern, Korkholz.

Zur Eisenbahn behufs weiter Beförderung ins Inland war schon abgegeben: ein Ballen Tabak und eine Waggonladung Pflanzenfasern. Der Tabak wurde, weil es bekannt ist, dass Ratten Tabak nicht anfressen, nicht weiter zurückgehalten. Die Pflanzenfaser wurden wieder ausgeladen und mit strömendem Dampf desinfizirt. Auch der Güterwagen, der die Pflanzenfasern aufgenommen hatte, wurde desinfizirt.

Von den auf dem Quaischuppen liegenden Gütern wurden die Mehlsäcke, weil sie z. Th. sehr stark von Ratten angefressen waren, sofort in eine Kastenschute geschafft, um zu verhindern, dass aus den Säcken herausfallendes und herumgestreutes Mehl Ratten aus dem Quaischuppen und seiner Nachbarschaft anlocke. In der Kastenschute wurden die defekten Säcke von den unverletzten gesondert. Die intakten Säcke wurden von aussen mit 10 % Kalkmilch bestrichen, die übrigen zur Vernichtung bestimmt und unter Verschluss in der rattenfreien Kastenschute bis zum Tage ihrer Verbrennung gelagert.

Auf dem Quai wurde die in Säcken, Ballenhüllen, Kisten, Fässern befindliche Ladung ebenfalls von aussen mit 10 % Kalkmilch angestrichen. Beschädigte Kisten, defekte Säcke wurden an den offenen Stellen besonders dick mit Kalkmilch überstrichen und dann entweder ganz zur Vernichtung bestimmt, oder es wurde, wenn es sich um kleinere Defekte handelte, eine handbreite Schicht des Inhalts nach Bestreichen mit Kalkmilch von der offenen Stelle weggenommen, der Sack — die Kiste pp. — dann ausgebessert und geschlossen. Die in Ballen geschnürten Pflanzenfasern wurden mit Dampf desinfizirt, die Häuteballen äusserlich mit Kresolseifenlösung angestrichen. Das Korkholz blieb unberührt. Das Anstreichen der Säcke u. s. w. wurde durch Mannschaften der staatlichen Desinfektionsanstalt ausgeführt. Diese Leute, sowie die beim Umstauen und Herzutragen der Säcke beschäftigten, übrigens ebenso wie die Desinfektionsmannschaften mit Handschuhen versehenen Quaiarbeiter wurden täglich auf dem Schuppen selbst ärztlich untersucht. Der Fussboden des Schuppens, auf dem die Waaren gelagert hatten, wurde mit Kalkmilch desinfizirt.

Im Schuppen wurden Rattenfallen aufgestellt und die gefangenen Ratten dem hygienischen Institut zur Untersuchung überwiesen. Keine derselben erwies sich als mit Pestbazillen infizirt. Ferner wurde Gift gelegt um für den Fall, dass doch bereits eine Infektion der Quairatten stattgefunden haben sollte, einer grösseren Ausbreitung der Seuche entgegenzuwirken. Uebrigens wird in Hamburg von den Behörden für eine ständige Bekämpfung der Rattenplage gesorgt.

Auf dem Dampfer wurde am 21. Januar mit dem Löschen der Ladung begonnen. Dabei wurde genau so verfahren wie am Quai. Die Ladung bestand zum grössten Theil aus denselben Arten von Frachtgut, wie die am Quai schon gelöschte. Ein Posten Asphaltblöcke wurde ohne Desinfektion freigegeben, eine Anzahl Kaffeesäcke wurden umgeschüttet; die Säcke wurden mit Dampf desinfizirt und dann wieder mit dem Kaffee gefüllt. Das Löschen der Ladung wurde von 18 Schauerleuten be-

sorgt, die ihre Arbeit mit Schwämmen vor dem Munde und mit Handschuhen verrichteten und während der ganzen Löschzeit dem freien Verkehr entzogen waren; sie wurden jeden Abend im Beobachtungshause des Hafenkrankenhauses internirt, nachdem sie dort gebadet und ihre Kleider desinfizirt waren.

Mit Kalkmilch bestrichen wurde die Ladung von Mannschaften der staatlichen Desinfektionsanstalt. Zeitweilig waren an Bord gegen 70 Desinfektoren zugleich thätig.

Während des Löschens der Ladung wurden hier und da zwischen der Ladung, jedoch immer nur in demselben Laderaum (Nr. 3), aus welchem die zuerst gefundenen todten Ratten stammten, noch weitere Rattenkadaver gefunden, die dem Hygienischen Institut überbracht wurden und sich als mit Pestbazillen infizirt erwiesen.

Nachdem die Ladung gelöscht war, wurden die Luken geschlossen und sämmtliche Laderäume durch Verbrennen von Schwefel und Holzkohle (10 kg Schwefel und 20 kg Holzkohle auf 1000 cbm Laderaum) zehn Stunden lang ausgeräuchert. Todte Ratten wurden darnach nicht gefunden. Hierauf wurden die Wände der Laderäume mit Kalkmilch angestrichen, der reichlich vorhandene lose Abfall und Kehricht nach reichlicher Durchfeuchtung mit Kalkmilch zusammengekehrt, und an Deck geschafft, ebenso wurde das Stauholz nach Eintauchen in Kalkmilch an Deck gebracht. Die zum Schutz der Ladung vor Feuchtigkeit während der Reise dienenden Matten wurden, soweit sie noch gut waren, mit Dampf desinfizirt, die übrigen mit Kalkmilch durchtränkt und zum Verbrennen bestimmt.

Die Bilschen wurden aufgerissen, mit Kalkmilch desinfizirt und gereinigt.

Nach Beendigung der Desinfektion der Laderäume und der Bilschen wurden die bewohnten Räume des Schiffes theils mit Formaldehyd behandelt, theils mit Kresolseifenlösung abgewaschen. Die Kleider, Betten pp. der Mannschaft wurden an Land mit Dampf desinfizirt.

Am 29. Jannar Abends war die Desinfektion beendet. Am 30. Januar wurde das Schiff dem freien Verkehr wieder übergeben.

Die auf dem Schiff beschäftigt gewesenen Schauerleute und Desinfektionsmannschaften wurden vom Tage der Beendigung der Arbeiten an noch zehn Tage lang ärztlich überwacht (ohne Aufenthaltsbeschränkung).

Die zur Vernichtung bestimmten Waaren (Mehl, Korinthen, Rosinen, Wallonea, Galläpfel u. s. w.), sowie die unbrauchbaren Matten, Stauholz, Planken und Schiffskehricht wurden reichlich mit Kalkmilch behandelt und in eine Kastenschute geladen, die an eine freie, von menschlichen Wohnungen und Fabriken entfernte Uferstelle am südlichen Elbufer geschleppt wurde. Dort wurde der Inhalt der Schute ausgeladen und unter der Aufsicht von Feuerwehrbeamten auf freiem Felde verbrannt. Dabei wurde zwischen dem Kehricht noch eine todte Ratte gefunden, die mit verbrannt wurde. Die Kastenschute wurde desinfizirt.

Die nicht verbrannte Ladung ist den Empfängern zur Verfügung gestellt worden.

Erkrankungen unter den mit dem Schiff und seiner Ladung in Berührung gekommenen Menschen traten auch nachträglich nicht auf.

Der Umstand, dass der grösste Theil der Ladung aus Nahrungsmitteln oder Rohstoffen zur Bereitung von solchen bestand, erschwerte einerseits die Aus-

führung der Desinfektionsmassnahmen ausserordentlich, machte diese aber andererseits doppelt zur Pflicht. Denn man musste doch trotz der verhältnismässig geringen Haltbarkeit des Pestansteckungsstoffes Bedenken tragen, Waaren, welche von Ratten besonders gern gefressen werden, wie z. B. Mehl und Sesamsaat ohne Weiteres in die Lagerhäuser überführen zu lassen, nachdem gerade zwischen den Mehl- und Saatsäcken Kadaver an Pest verendeter Ratten gefunden worden waren.

Es wurde dabei nicht so sehr an die Möglichkeit gedacht, dass etwa durch Gebrauch des Mehls zur Bereitung von Speisen Erkrankungen an Pest bei Menschen hervorgerufen werden könnten. Eine solche Art der Uebertragung ist nach den bisherigen Erfahrungen als höchst unwahrscheinlich zu betrachten. Vielmehr befürchtete man, dass die Umhüllungen der Waaren noch lebende, von Ausscheidungen kranker Thiere stammende Pestkeime bergen könnten und dass entweder die Leute, welche durch ihren Beruf in nähere Berührung mit den Waaren kommen mussten, angesteckt werden könnten, oder dass die Ratten der Lagerhäuser in dem Bestimmungsort der Waaren durch den Inhalt angelockt, die Säcke u. s. w. annagen und sich infiziren könnten. Speicher, auf denen Lebensmittel und dergl. lagern, pflegen ja Ratten in grosser Zahl zu beherbergen und gerade derartige Magazine sind bei den verschiedensten Pestepidemieen als Mittelpunkte von Pestheerden erkannt worden.

Wir erinnern nur an die Angaben der deutschen Pestkommission[1]) über die Thatsache, dass die in Bombay zuerst erkrankten Leute fast alle der Gemeinschaft der Getreidehändler „Banniah's" angehörten, ferner an die Rolle, welche die Lebensmittelmagazine in Oporto[2]), in Alexandrien[3]) und an andern Orten gespielt haben.

Für die Behörden der Hafenorte ergiebt sich aus den mitgetheilten Beobachtungen die Pflicht, ihre Aufmerksamkeit nicht nur solchen Schiffen zuzuwenden, auf denen Erkrankungen an Pest bei Menschen vorgekommen sind, sondern dafür zu sorgen, dass die für die Einschleppung der Pest unter Umständen ungleich gefährlicheren Schiffe, auf denen Rattenpest herrscht, besonderen Massnahmen unterworfen werden, die in jedem einzelnen Falle nach Lage der Dinge zu bestimmen sind. Als Grundbedingung hierfür ist die Schaffung geeigneter Aufsichtsorgane zu betrachten, welche nicht nur die aus kontrollpflichtigen Häfen kommenden Schiffe bei ihrer Ankunft besichtigen, sondern alle einlaufenden Schiffe während der ganzen Zeit ihres Aufenthaltes im Hafen überwachen.

Die folgende Tabelle und die Karte sind nach den Veröffentlichungen des Kaiserlichen Gesundheitsamtes zusammengestellt. In der Tabelle sind fettgedruckt die Namen derjenigen Orte oder Bezirke, in denen die Pest sich epidemisch ausgebreitet hat; nicht fettgedruckt die Namen der Städte, in welchen einzelne Pesterkrankungen bezw. Pesteinschleppungen beobachtet sind. Auf der Karte sind diese beiden Kategorien durch verschiedene Zeichen, die einzelnen Zeitabschnitte durch verschiedene Farben gekennzeichnet.

Sowohl Tabelle wie Karte sollen nicht den augenblicklichen Stand der Pest, sondern ihre zeitliche und örtliche Ausbreitung zeigen.

---

[1]) Bericht über die Thätigkeit der zur Erforschung der Pest im Jahre 1897 nach Indien entsandten Kommission. Arb. aus dem Kaiserl. Gesundheitsamte Bd. 16.

[2]) Kossel und Frosch l. c.

[3]) Gottschlich, die Pestepidemie in Alexandrien im Jahre 1899. Zeitschr. für Hygiene u. Infektionskrankh. Bd. 35.

Tabelle. Uebersicht über die Ausbreitung der Pest seit 1894.

	1894/95	1896/98	1899	1900	1901 (erstes Quartal)
Asien	**Kanton** **Hongkong** **Amoy** **Futschau** **Swatau** **Makao** **Tungkun** } China Assyr Arabien	**Hoihau** **Kiungtschau** } China Insel **Formosa** **Nhatrang** **Bombay** **Poonah** **Calcutta** u. s. w. } Vorder-Indien **Djedda** Arabien **Djadir** Belutschistan Kamaran **Aden** **Samarkand**	**Niutschwang** (China) **Osaka** **Kobe** **Hakata** } Japan **Singapore** **Bengal** **Behar** **Patna** **Nagpur** **Dhaswar** **Salem** **Coimbatore** } Vorder-Indien **Mattra** **Maskat** **Jask** **Buschär** Bassora **Djivanro** Mekka Beirut Lahidj	Yokohama Ikeda **Nagasaki** **Manila** **Rangun** **Kischm** **Aden** **Janbo** **Beirut** **Smyrna**	Beirut Singapore
Europa	—	London Wien	**Oporto** Lissabon Triest Plymouth Barcellos Barcelona **Kolobowka** **Samara**	Hamburg Marseille Constantinopel Liverpool Cardiff **Glasgow** London Bremen Hull **Kirgisenreservat** Südostrussland	Constantinopel Cardiff Southampton
Afrika	—	**Madagaskar**	**Mauritius** **Reunion** **Grand Bassam** (Elfenbeinküste) **Alexandrien** Sansibar Kapstadt **Mozambique**	**Suakin** Durban Damiette **Port Said** Cap Verde'sche Inseln Kapstadt **King Williams Town**	**Kapstadt** Durban
Nord-Amerika	—	—	Port Townsend	**San Francisco**	
Süd-Amerika	—	—	**Santos** **S. Paolo** **Asuncion** **Rosario**	**Rio de Janeiro** **Petropolis** **Nictheroy** **Buenos Aires** Montevideo	S. Nicolas
Australien und Polynesien	—	—	**Numea** Neu-kaledonien **Honolulu** Sandwichs Ins.	**Adelaide** **Sydney** **Melbourne** **Ipwich** **Brisbane** **Maryborough** **Bundaberg** **Rockhampton** **Charters Towers** **Townville** **Cairns** **Freemantle** Auckland	

Ueber eine bei Ratten vorkommende Seuche.

Von

Dr. med. Claus Schilling,

früherem freiwilligen Hilfsarbeiter im Kaiserlichen Gesundheitsamte.

Im Sommer 1900 wurde unter den weissen und bunten, später auch unter den grauen Ratten im Versuchsstalle des Kaiserlichen Gesundheitsamtes eine seuchenartige Krankheit beobachtet, welcher zahlreiche, namentlich junge Thiere zum Opfer fielen. Die erkrankten Thiere zeigten Mattigkeit und Fressunlust; sie sassen mit gesträubten Haaren zusammen gekrümmt da, die Augenlider waren durch dicke, braune Krusten verklebt. Die meisten litten an Durchfall. Die Krankheit dauerte einen oder mehrere Tage; bei der überwiegenden Mehrzahl der Thiere trat unter langsamem Stillstand der Athmung und unter Zuckungen der Tod ein. Die wenigen überlebenden Thiere blieben im Wachsthum bedeutend zurück.

Bei den Sektionen fand sich stets eine Vergrösserung der Milz, welche zuweilen eine Länge von über 50 mm erreichte. Das Organ war meist von gleichmässiger dunkelblaurother Farbe, derb, die Follikel traten nicht hervor. Die Bauchhöhle war frei von Exsudat. Der Magen enthielt keine Futterreste, nur etwas glasigen Schleim, häufig gemischt mit kaffeesatzfarbigen Massen, in denen Blutkörperchen nicht mehr nachweisbar waren; die Schleimhaut zeigte keine Veränderungen. Die Därme waren schlaff, zum Theil aufgetrieben. Das Duodenum enthielt gewöhnlich gallig gefärbten, schleimigen Inhalt. Die Schleimhaut im mittleren Drittel des Dünndarmes zeigte verschiedene Grade der Entzündung, von leichter Injektion bis zur tief dunklen weinrothen Färbung und ödematösen Schwellung der Darmwände. Die Follikel sprangen oft schon bei geringer Entzündung des Darmes als grauweisse, stecknadelkopfgrosse Knötchen über die Serosa hervor. Die Schleimhaut hatte ein gequollenes Aussehen; Geschwüre oder Blutungen waren jedoch nie zu erkennen. Sehr charakteristisch war die Beschaffenheit des Dünndarminhalts: in leichten Fällen hellgelber, zäher Brei mit Gasblasen durchsetzt, in schweren braunrother Schleim, der zuweilen mit hellrothen oder dunkelbraunen, blutigen Flocken untermengt war. In diesen waren oft noch unveränderte rothe Blutkörperchen nachzuweisen. Die unteren Partien des Dünndarmes, Blinddarm und Kolon waren anscheinend unverändert, sie enthielten meist schleimigen diarrhoischen Koth. Leber und Nieren waren in der Regel dunkel gefärbt, im übrigen ohne auffallende Veränderungen. Am Herzen und den grossen Gefässen fand sich nichts besonderes.

Die Lungen waren mehrmals in Fällen schwerster Darmentzündung vollkommen unverändert. Manchmal waren stecknadelkopfgrosse Blutungen in geringer Zahl unter der Pleura und im Lungengewebe zu sehen oder die Lunge zeigte eine fleckweise Hyperämie in Form von multiplen, kleinen, dunkelrothen Fleckchen unter der Pleura und im Lungengewebe. Weiterhin fanden sich in einer oder in beiden Lungen, scharf gegen das hellrothe normale Gewebe abstechend und gegen dasselbe zurücksinkend, derbe, dunkelbraunrothe, luftleere Herde von unregelmässiger Form. Ein Schnitt durch einen solchen Herd zeigte das gleiche Bild der Injektion und Infiltration. In anderen Herden, welche ähnlich den eben beschriebenen von der Lungenoberfläche aus nur als derbere, luftleere Verdichtungen erschienen, fand sich im Centrum ein stecknadelkopf- bis kleinerbsengrosser Hohlraum, angefüllt mit einer grauweissen, zähen, glasig schleimigen Masse. Am häufigsten wurden diese Herde in den Oberlappen gefunden, die oft ganz von ihnen durchsetzt waren. Es handelt sich vermuthlich um eine Einschmelzung von Gewebe, da der Schleim niemals mit Luft gemischt und äusserst zähe war, was gegen die Annahme einer bronchiektatischen Entstehung spricht.

Als weiter vorgeschrittene Stadien der Krankheit lassen sich die Fälle deuten, in welchen sich der schleimige Inhalt des Herdes in einen eitrigen, schmierigen Brei umgewandelt hat. Die Infiltration und Verdickung des Gewebes bilden einen ziemlich scharf begrenzten Hof um das Centrum, welches nunmehr als gelblichweisser Knoten durch die Pleura hindurchschimmert. Adhäsionen oder schwielige Prozesse auf den entsprechenden Pleurapartien fehlten ganz; doch habe ich bei einer grauen Ratte einmal eine ausgedehnte eitrige Pleuritis gefunden, bei welcher ein im Lungengewebe gelegener kleiner Hohlraum mit der Pleurahöhle in Verbindung stand. Bei den am weitesten vorgeschrittenen Fällen kann das Lungengewebe in grosser Ausdehnung von buchtigen Höhlen durchsetzt sein, aus welchen sich beim Anschneiden der obenerwähnte ausserordentlich zähe, eitrig-schleimige Inhalt entleert.

Nach den Sektionsbefunden muss man zwei Formen der Krankheit unterscheiden: eine akute unter überwiegender Betheiligung des Darmes und eine chronische, bei welcher die Lungen den Sitz der Erkrankung darstellen. Beide Formen können für sich allein vorkommen; häufig beobachtet man jedoch auch akute Darm- und Lungenerkrankungen von anscheinend gleicher Krankheitsdauer nebeneinander, sodass man eine gleichzeitige Infektion beider Organe annehmen muss. Endlich finden sich aber auch ältere chronische Lungenprozesse bei Thieren, die gleichzeitig eine frische Darmerkrankung aufweisen, bei denen es nicht entschieden werden kann, ob der Darm infolge von sekundärer Infektion von den Lungen aus, oder von Neuinfektionen per os erkrankt ist. Man darf also annehmen, dass sowohl von der Lunge als auch vom Darmkanal aus eine Infektion erfolgen kann.

Dass nun die Darm- und Lungenprozesse, so verschieden sie auch erscheinen mögen, zu einander in Beziehung stehen, beweist die bakteriologische Untersuchung. In den Ausstrichpräparaten aus der Milz und aus den erkrankten Lungentheilen waren in mässiger, oft nur spärlicher Zahl, plumpe Stäbchen mit abgerundeten Enden nachzuweisen, welche die gebräuchlichen Anilinfarbstoffe leicht annahmen. Im Juni

1900 hatte Herr Stabsarzt Dr. Overbeck aus einem der beschriebenen Lungenherde eine Bakterienart in Reinkultur gewonnen. Dieselbe Art konnte ich später aus der Milz von Thieren in Reinkultur züchten, die ausschliesslich unter den Erscheinungen der Darmentzündung zu Grunde gegangen waren. Ich schlage für diese Bakterienart den Namen Bacillus pneumo-enteritidis murium vor.

Es handelt sich um ein Stäbchen, das üppig auf den gebräuchlichen Nährmedien wächst. Das Bakterium ist lebhaft beweglich, von kurzer, plumper Gestalt etwa 2 1/2 mal so lang als breit. Neben den kurzen kommen längere Formen und Scheinfäden vor. Der Bacillus nimmt die Anilinfarben leicht auf, bei der Gram'schen Methode entfärbt er sich. Es lassen sich lange, peritriche Geisseln nachweisen, die durchschnittlich die doppelte Länge des Stäbchens haben. Eine Kapsel konnte ich nicht darstellen.

Der Bacillus gedeiht auf allen eiweisshaltigen Nährböden zwischen + 9 ° und + 41 ° C., am besten bei etwa 35 °; er ist fakultativ anaërob.

Auf sehr dicht besäten Gelatine-Platten sind die in der Nähe der Gelatineoberfläche gelegenen Kolonien nach 48 Stunden bei 21 ° leicht über die Oberfläche erhaben, in der Aufsicht als weissliche Punkte, in der Durchsicht als opake, leicht gelblich gefärbte Scheibchen zu erkennen. Mikroskopisch stellen sie helle, durchsichtige, runde, glattrandige Scheiben dar mit feiner, unregelmässiger Strichelung der Oberfläche. Häufig ist der Rand mehr lappig, die Kolonie grösser, die Randzone sehr dünn und durchsichtig, innerhalb derselben ist eine Zeichnung zu sehen, welche aus sehr feinen, dem gelappten Rande der Kolonie annähernd gleichlaufenden Linien besteht. Bei älteren Kolonien findet sich diese feine Zone nur angedeutet oder garnicht, vielmehr ist der Rand ziemlich glatt und gewölbt, oft wulstartig verdickt, so dass die Mitte der Kolonie eingesunken erscheint. Dehnt sich die Kolonie noch weiter aus, so bildet sich ein doppelter Ringwulst, parallel dem Rande.

Die tiefliegenden Kolonien sind zunächst punktförmig dann hellgelbgrün und feingestrichelt, kreisrund, später bildet sich eine doppelte Kontur aus, indem das dichte, dunkelbraune Centrum durch einen scharfen Kreis gegen die hellere Peripherie abgegrenzt erscheint. Die Gelatine wird nicht verflüssigt. In derselben treten in älteren Kulturen zahlreiche Krystalle auf. Im Gelatinestich tritt Wachstum ein. Die Oberfläche bedeckt sich mit einer dünnen, glatten, tellerförmigen Auflagerung mit gelapptem Rand, die sich langsam nach der Peripherie ausdehnt. Bouillon wird getrübt, es bildet sich ein schwaches Häutchen und ein ziemlich reichlicher weisslicher Bodensatz, welcher sich durch Schütteln leicht und gleichmässig vertheilen lässt. Ebenso ist das Wachsthum in 5 prozentigem Peptonwasser.

Bei der Aussaat auf Agar entstehen kreisrunde Scheiben mit scharfem Rand, dick, feucht glänzend, porzellanartig weiss, mit glatter Oberfläche. Der Agarstrich stellt einen weissen, feucht glänzenden Streifen mit leicht gelapptem Rande dar.

Auf der Kartoffel bildet sich ein schmutzig graubrauner, schmieriger Rasen, der leicht abzustreifen ist. Die Kartoffel ist stark braunviolet gefärbt.

Während der „Bacillus pneumo-enteritidis murium" auf diesen eiweisshaltigen Nährböden gut angeht, versagt er auf dem von Maassen[1]) angegebenen eiweissfreien

[1]) A. Maassen, Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamte, 1894, Bd. 9, S. 401.

Nährboden von folgender Zusammensetzung: fein gepulvertes Asparagin 10 g, Glycerin 20 g, Magnesiumsulfat 0,4 g, sekundäres Natriumphosphat 2 g, kryst. reine Soda 2,5 g und 0,01 g Calciumchlorid gelöst in 800 ccm Wasser, dazu 7 g mit Natronhydrat oder Sodalösung neutralisirte Apfelsäure gelöst in 200 ccm Wasser.

Was weiterhin die Wirkung dieser Bakterienart auf die Nährlösungen und Zusätze zu solchen anlangt, so habe ich folgendes feststellen können.

Milch wird nicht koagulirt. In Bouillon und Peptonwasser bildet der Bacillus ziemlich viel Schwefelwasserstoff. Indolbildung fehlt. Der Bacillus vergährt Traubenzucker schwach. In Peptonwasser mit 2 % Traubenzucker entwickeln sich geringe Mengen von Gas. Gährung tritt nicht ein bei Zusatz von 2 % Milchzucker, 2 % Rohrzucker oder 1 % Glycerin zu 5 prozentigem Peptonwasser. Während die Reaktion der Lösung bei den ersteren Zusätzen alkalisch bleibt, wird Glycerin-Peptonwasser neutral bis schwach sauer. Ferner habe ich auch nach Angabe von Maassen[1]) mit dem Natronsalze der Chinasäure, Tricarballylsäure und Schleimsäure versetzte schwach saure Nährlösungen benutzt. In allen dreien erfolgte kräftiges Wachsthum. Eigenthümlich für unsere Bakterienart ist die langsame Oxydation der Säuren und die damit einhergehende Alkalisirung der Nährlösungen. So war die Chinasäure enthaltende Lösung nach 10 Tagen noch sauer, nach 17 Tagen neutral bis schwach alkalisch, die mit Tricarballylsäure versetzte nach zehn Tagen ganz schwach alkalisch; ebenso die schleimsäurehaltige Nährlösung.

Nach seinen morphologischen und biologischen Eigenschaften muss man den Bacillus pneumo-enteritidis murium in die Gruppe des Bacterium coli stellen. Vom Bacterium coli commune unterscheidet er sich durch die schwache Traubenzucker- und die fehlende Milchzuckervergährung, ferner durch das fehlende Wachsthum in der Maassen'schen eiweissfreien Nährlösung.

Beobachtungen über Bakterien, welche unter Ratten eine Seuche hervorrufen, sind von Isatchenko[2]) und Danysz[3]) gemacht. Beide Forscher gehen auf die biologisch-chemischen Eigenthümlichkeiten ihrer Bakterien und auf die von ihnen hervorgerufenen Veränderungen im Thierkörper nicht näher ein.

Ich hatte Gelegenheit den Danysz'schen Bacillus mit dem von mir gefundenen zu vergleichen. Im Wachsthum auf Gelatine war eine gewisse Aehnlichkeit vorhanden. Er unterschied sich jedoch sehr wesentlich durch sein üppiges Wachsthum auf dem vorhergenannten eiweissfreien Nährboden sowie durch seine Fähigkeit die oben erwähnten organischen Säuren stark anzugreifen.

Die Versuche, welche ich mit dem Bacillus pneumo-enteritidis murium an Thieren angestellt habe, lieferten folgendes Ergebniss:

Die subkutane Injektion von Bouillon- oder aufgeschwemmter Agarkultur tödtete die Ratten nicht mit Sicherheit. Die Thiere, welche der Injektion erlagen, zeigten an der Injektionsstelle ein starkes sulziges Oedem. Aehnlich verhielten sich Meerschweinchen.

---

[1]) A. Maassen, Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamte, 1896, Bd. 12, S. 340.

[2]) Isatchenko, Centralblatt für Bakteriologie und Parasitenkunde, Bd. 23, S. 874.

[3]) Danysz, Annales de l'Institut Pasteur, Bd. XIV, S. 193.

Der intraperitonealen Injektion erlagen sowohl wilde als zahme Ratten in der Regel innerhalb 24 Stunden, ebenso Meerschweinchen, letztere unter Auftreten eines starken serofibrinösen Exsudats in der Bauchhöhle. Bei Ratten liessen sich die Bacillen in Ausstrichpräparaten aus den Organen und dem Blut meist nur in geringer Zahl nachweisen, wogegen die Organe der Meerschweinchen dieselben in grosser Menge enthielten.

Durch Verfütterung der Reinkulturen mit Brot gelang es bei weissen, bunten und grauen Ratten eine tödtliche Darmentzündung zu erzeugen, welche mit der bei spontan erkrankten Thieren beobachteten vollkommen übereinstimmt. Eine 24 Stunden alte Bouillonkultur sowohl eines aus der Milz, als auch eines aus den Lungenherden gezüchteten Stammes tödtete bei einmaliger Fütterung weisse oder bunte Ratten in vier bis fünf Tagen. Der Darm zeigt bei der Sektion verschiedene Grade der Entzündung, meist aber die schweren hämorrhagischen Formen der Enteritis; die Milz war bedeutend vergrössert, aus derselben liessen sich wiederum die charakteristischen Bakterien in Reinkultur gewinnen. Die Lungen waren entweder vollkommen frei von Veränderungen, oder zeigten feine punktförmige Hämorrhagien.

Graue Ratten, in gleicher Weise ein oder mehrmals gefüttert, starben nach sieben bis zehn Tagen unter denselben Erscheinungen.

Weisse Mäuse gingen bei Fütterung in vier bis fünf Tagen ein.

Graue Mäuse, mit Bouillonkultur gefüttert, verendeten nach sieben resp. acht Tagen.

Völlig unempfindlich gegen Fütterung von Bouillonkulturen zeigten sich Tauben, Hühner, Enten, Meerschweinchen, Kaninchen, Hunde, Katzen und Schweine.

Bei längerer Fortzüchtung auf künstlichen Nährböden nahm die Virulenz der untersuchten Kulturstämme besonders für die Infektion durch Fütterung beträchtlich ab. Sie liess sich auch durch Thierpassagen nicht dauernd auf der ursprünglichen Höhe erhalten.

Ferner zeigte sich, dass die Virulenz für graue Ratten schneller sinkt, als für weisse und bunte.

Diese Beobachtungen stimmen im Wesentlichen überein mit den Angaben, welche über den Danysz'schen Bacillus von anderen Forschern (vgl. W. Kolle, Zeitschrift für Hygiene und Infektionskrankheiten, 1901, Bd. 36, S. 413 sowie Kister u. Köttgen, Deutsche medizinische Wochenschrift, 1901, Nr. 18, S. 275) gemacht worden sind. Es kommt hinzu, dass auch bei der Verfütterung der Kadaver infizirter Thiere an andere Ratten die Resultate nicht gleichmässig waren. Daher wird leider die Anwendung meines Bacillus zur Beseitigung der Rattenplage ebensowenig eine sichere Wirkung erwarten lassen wie die des Danysz'schen Mikroorganismus.

Die Kenntniss der Ursachen von Epidemien unter den Ratten ist, abgesehen von der praktischen Verwendung zur Rattenvertilgung, noch aus einem anderen Grunde wichtig.

Die Rolle, welche diese Nager bei der Verbreitung der Pest spielen, ist in den letzten Jahren mehr und mehr erkannt worden, und daher ist es Aufgabe der Gesundheitspolizei geworden, dem auffallenden Sterben unter den Ratten vorkommenden Falles besondere Aufmerksamkeit zu schenken.

Da nun auch graue Ratten spontan von der oben beschriebenen Seuche befallen wurden, so muss man mit der Möglichkeit rechnen, dass gelegentlich unter natürlichen Verhältnissen Ratten an dieser Seuche erkranken und dass ein mehr oder weniger ausgedehntes Rattensterben die Folge bildet.

Die Entscheidung, ob Pest vorliegt, wird in allen solchen Fällen nur durch die bakteriologische Prüfung ermöglicht und daher sind für die Bakteriologen seuchenartige Krankheiten unter den Ratten stets von praktischer Bedeutung. Die von dem Bacillus pneumo-enteritidis murium in der Lunge gesetzten Veränderungen bieten zum Theil manche Uebereinstimmung mit denjenigen der Pestinfektion, so besonders die Anfangsstadien; auch die hochgradige Milzschwellung ist beiden gemeinsam. Andererseits fehlten Drüsenvergrösserungen bei der vorliegenden Seuche und vor allen Dingen war die Zahl der mikroskopisch in den Organen nachweisbaren Stäbchen eine weit geringere, als es gewöhnlich bei der Pest der Fall ist. Ferner sind die Stäbchen plumper als Pestbazillen und geben eine Polfärbung nicht oder nur andeutungsweise bei Benutzung besonders zur Erzielung derselben geeigneter Fixirungsmethoden. Ohne Weiteres lässt sich der Bazillus durch seine Beweglichkeit und durch die Kulturmerkmale von dem Pestbazillus unterscheiden.

Treten unter natürlichen Verhältnissen Epidemien unter den Ratten auf, welche auf Infektion mit dem beschriebenen oder einem diesem ähnlichen Mikroorganismus beruhen, so wird die Unterscheidung von Rattenpest bei sorgfältiger bakteriologischer Untersuchung nicht auf Schwierigkeiten stossen. Jedenfalls dürfte aber in Zukunft besonders auf derartige Rattenseuchen zu achten sein, um so mehr, als es doch einmal gelingen kann, eines virulenten Stammes habhaft zu werden, der seine Wirksamkeit nicht so schnell einbüsst und daher bessere Aussicht auf erfolgreiche Anwendung zur Rattenvertilgung bietet.

Bakteriologische Untersuchungen über Pest.

Von

Reg.-Rath Prof. Dr. **Kossel**
Mitglied des Kaiserlichen Gesundheitsamtes

und

Stabsarzt Dr. **Overbeck**
Bataillonsarzt im Infanterie-Regt. No. 98,
früher kommandirt zum Kaiserlichen
Gesundheitsamte.

Mit Mikrophotographien von Dr. Albert Maassen, techn. Hülfsarbeiter im Kaiserlichen Gesundheitsamte. (Tafel III—VI.)

Die Grundsätze, welche bei der Bekämpfung der Volksseuchen befolgt werden, haben im letzten Viertel des vergangenen Jahrhunderts, besonders seit dem letzten grossen Seuchenzuge der Cholera, eine durchgreifende Wandlung erfahren. Während früher die Völker, oft genug vergeblich, bestrebt waren, sich gegen den Einbruch der Epidemien aus dem Auslande durch Grenzsperren und Quarantänen zu schützen, hat sich mit der zunehmenden Entwicklung des Verkehrs immer mehr die Unmöglichkeit gezeigt, diese einschneidenden Massregeln aufrecht zu erhalten und neue Massnahmen — anscheinend minder eingreifend und doch viel wirksamer — sind an die Stelle der alten Seuchenabwehr getreten.

Die glänzenden Erfolge, welche bei der Bekämpfung des letzten Choleraeinbruchs in Deutschland erzielt worden sind, liefern den besten Beweis dafür, dass die frühzeitige Erkennung und Unschädlichmachung der ersten Krankheitsfälle die wirksamsten Mittel im Kampf gegen die Volksseuchen darstellen.

Der eben erst glücklich überwundenen Cholera ist eine neue, nicht minder ernste Gefahr gefolgt — die allmähliche Ausbreitung der Pest von ihrer asiatischen Heimath nach den übrigen Welttheilen.

Die bei der Cholera gesammelten Erfahrungen haben die Grundlage abgegeben für die Massregeln, welche die deutschen Staaten gegen den drohenden Einbruch der Pest ergriffen haben. Wollte man heute mit Verkehrsbeschränkungen die Einschleppung der Seuche zu verhüten suchen, so würde kaum etwas Anderes übrig bleiben, als Deutschland gegen viele überseeischen Staaten völlig abzuschliessen.

An Stelle dieses nicht nur undurchführbaren, sondern auch hinsichtlich des Erfolges höchst zweifelhaften Vorgehens steht bei der Abwehr der Pest, wie damals bei der Cholera, in erster Reihe das Bestreben, etwa eingeschleppte Fälle möglichst schnell als solche zu erkennen und unschädlich zu machen.

Das erstere Ziel ist bei der Cholera erreicht worden durch möglichste Erleichterung der bakteriologischen Untersuchung, welche allein eine sichere Antwort auf die Frage nach der Natur eines zweifelhaften Krankheitsfalles ertheilen kann und auch

bei der Pest sollen die Ergebnisse der bakteriologischen Forschung der letzten Jahre für die Bekämpfung der Seuche verwerthet werden. Aus diesem Grunde sind im Winter 1899/1900 Kurse im Kaiserlichen Gesundheitsamte und im Institut für Infektionskrankheiten zu Berlin abgehalten worden, um diejenigen Bakteriologen, welchen künftig die Aufgabe der bakteriologischen Prüfung verdächtigen Materials zufallen wird, mit den Eigenschaften der Pesterreger vertraut zu machen. In dem unter Leitung des Einen von uns (Kossel) stehenden Pestlaboratorium des Kaiserlichen Gesundheitsamtes haben 36 von Reichsbehörden bezw. von Regierungen deutscher Bundesstaaten und ein von einer ausserdeutschen Regierung beauftragter Bakteriologe Gelegenheit gehabt, sich an praktischen Uebungen in der bakteriologischen Diagnose der Pest zu betheiligen.

Die ausgedehnten Untersuchungen choleraverdächtigen Materials haben unsere Kenntnisse nicht nur der Choleravibrionen, sondern auch verwandter Bakterien erheblich erweitert. Eine Reihe von Vibrionen, welche mit den Choleraerregern eine mehr oder weniger grosse Aehnlichkeit besassen, haben zu diagnostischen Irrthümern Veranlassung gegeben, welche Abänderungen unserer Untersuchungsmethoden erforderlich machten.

So werden vielleicht auch bei der wachsenden Zahl der Untersuchungen auf Pestbazillen einmal Bakterien bei Menschen oder Thieren gefunden werden, welche dem Bakteriologen differentialdiagnostische Schwierigkeiten bereiten. Es muss uns daher daran gelegen sein, den Pestbazillus in seinem Verhalten recht genau zu studiren und vor allen Dingen diejenigen Eigenschaften kennen zu lernen, welche für eine schnelle und zuverlässige Methode der bakteriologischen Prüfung herangezogen werden können.

Unsere Kenntnisse von den Lebenseigenschaften der Pesterreger sind seit ihrer Entdeckung durch Kitasato und Yersin wesentlich erweitert worden, vor allem dank den Arbeiten der von verschiedenen Ländern zum Studium der Pest nach Indien entsandten Kommissionen. Besonders die Berichte der deutschen und der österreichischen Forscher über ihre Thätigkeit in Indien enthalten werthvolle bakteriologische Studien über die Pestbazillen, deren Ergebnisse für die Technik der bakteriologischen Diagnose der Pest verwerthet werden können. Bei einer Besprechung der deutschen Bakteriologen über die Pestfrage, welche am 19. und 20. Oktober 1899 im Kaiserlichen Gesundheitsamte abgehalten wurde, ergaben sich jedoch eine Anzahl von hierauf bezüglichen Fragen, deren weitere Bearbeitung als wünschenswerth bezeichnet wurde.

Vor allen Dingen wurden damals (von Fränkel, Gaffky, Heim, Kruse, Löffler, Pfeiffer) eine Anzahl von Bakterien genannt, welche theils morphologisch, theils in ihrer Wirkung auf den Thierkörper die eine oder andere Aehnlichkeit mit dem Pesterreger zeigen und die bei den bisherigen Untersuchungen noch nicht genügend Berücksichtigung erfahren zu haben schienen.

Da sich die Aufmerksamkeit bei der Bekämpfung der Pest nicht nur auf verdächtige Erkrankungen bei Menschen zu richten hat, sondern die richtige Erkennung der Ursachen von seuchenartigen Krankheiten bei Thieren, besonders Ratten, zu Pest-

zeiten unter Umständen von der grössten Bedeutung sein kann, so kamen für vergleichende Untersuchungen eine ganze Reihe von Bakterien in Frage.

In erster Linie war natürlich die Gruppe der Erreger der hämorrhagischen Septikämien heranzuziehen, welche mit den Pestbazillen besonders eine Eigenschaft — die Polfärbung — theilen und auch in Bezug auf die von ihnen im Thierkörper hervorgerufenen anatomischen Veränderungen manche Uebereinstimmung zeigen. Dann waren aber auch Bakterien zu berücksichtigen, welche vorwiegend in der letztgenannten Beziehung den Pestbazillen vergleichbar sind, wie z. B. die Bakterien der Pseudotuberkulose der Nagethiere und des Mäusetyphus. Erstere rufen Knötchenbildungen in den Organen der erkrankten Meerschweinchen hervor, die den bei der Pestinfektion dieser Thiere beobachteten recht ähnlich sind und daher gelegentlich zu Verwechslungen Veranlassung geben könnten. Ebenso gleichen die vom Mäusetyphusbacillus verursachten Veränderungen der Peyer'schen Haufen in ihrem Aussehen den mit Hämorrhagien durchsetzten geschwollenen Follikeln bei der Fütterungspest (Löffler).

Endlich wurde im Kaiserlichen Gesundheitsamte eine Seuche unter den zu Versuchszwecken gehaltenen Ratten beobachtet, welche ebenfalls unter Umständen zu makroskopisch ähnlichen Erscheinungen in den Lungen der befallenen Thiere führte, wie die Pestinfektion.

Aus diesen Gründen schien es uns nicht überflüssig, die für die bakteriologische Diagnose der Pest des Menschen und der Thiere wichtigsten morphologischen und kulturellen Eigenschaften mit Rücksicht auf die genannten Bakteriengruppen einer erneuten Bearbeitung zu unterziehen und wir wollen zunächst die Ergebnisse dieser meist im Winter 1899/1900 ausgeführten Untersuchungen mittheilen.

Eine zweite Frage, die uns wichtig erschien, ist die des Zustandekommens der aktiven Immunität gegen Pest durch Injektion von erhitzten Kulturen der Pestbazillen. Der günstige Eindruck, welchen R. Koch und Gaffky bei ihrem Aufenthalt in der portugiesisch-indischen Stadt Damaun von der Wirkung der Haffkine-schen Schutzimpfung gehabt haben, hat in Verbindung mit den von anderer Seite mitgetheilten Beobachtungen Veranlassung gegeben, dass man auch für die Abwehr der Seuche in Deutschland die Schutzimpfungen allerdings im wesentlichen nur für besonders bedrohte Personen wie Aerzte, Krankenpfleger und dergl. heranzuziehen beschlossen hat. Die auf Ausarbeitung eines bequemen Verfahrens zur Herstellung des Impfstoffes gerichteten Versuche gaben uns Gelegenheit, auch die oben erwähnte Frage nach dem Zustandekommen der aktiven Immunität in den Bereich unserer Untersuchungen zu ziehen.

I. Theil.

Zur bakteriologischen Diagnose der Pest.

Form des Pestbazillus.

Bei der mikroskopischen Untersuchung gefärbter Ausstrichpräparate erscheinen die Pestbazillen je nach der Methode der Fixirung und Färbung in mehr oder weniger charakteristischer Form.

Die typische Form ist die eines plumpen Kurzstäbchens mit abgerundeten Enden und deutlicher Polfärbung. (Fig. 1 u. 2.)

Fixirt man Deckglas-Ausstrichpräparate in der sonst bei Bakterienuntersuchungen üblichen Weise durch dreimal wiederholtes Durchziehen durch die Flamme, so wird man nur verhältnissmässig selten Präparate erhalten, welche nach der Färbung ein charakteristisches Bild bei der mikroskopischen Betrachtung zeigen. Die Pestbazillen werden dann unter Umständen eine Polfärbung garnicht oder nur andeutungsweise erkennen lassen. Diese tritt schon deutlicher hervor, wenn man die Deckglaspräparate, statt sie durch die Flamme zu ziehen, vorsichtig etwas länger über der Flamme erhitzt.

Am geeignetsten für die Erzielung der Polfärbung sind nämlich alle Methoden, welche die rothen Blutkörperchen so fixiren, dass sie bei der Färbung mit alkalischen Methylenblaulösungen einen grünlichen Ton annehmen. Das dreimalige Durchziehen durch die Flamme erhitzt die Präparate hierfür nicht stark genug.

In sicherer Weise erreicht man diesen Grad der Härtung, wenn man die Präparate 25 Minuten in absoluten Alkohol legt oder eine kurze Zeit mit heissem Alkohol behandelt. Letzteres geschieht nach Sobernheim am besten in der Weise, dass auf das lufttrockne Präparat etwas Alkohol absolutus aufgegossen und nach kurzer Zeit der Einwirkung wieder abgegossen wird, worauf der Rest in der Flamme abgebrannt wird.

Färbt man so fixirte Präparate $^1/_2$ Minute mit Boraxmethylenblau (Lösung von 2 % Methylenblau in 5 % Borax enthaltendem Wasser) oder 2—3 Minuten mit alkalischer Methylenblaulösung (nach Löffler), so kann man stets auf das Zustandekommen der Polfärbung rechnen, besonders bei Ausstrichpräparaten aus dem infizirten Thierkörper (Fig. 1, 2, 3), andeutungsweise auch bei Kulturausstrichen (Fig. 7, 9). An Stelle der Methylenblaulösungen kann man auch eine verdünnte Karbolfuchsinlösung oder Gentianaviolettlösung mit Vortheil verwenden.

Zur Färbung der Pestbazillen in Schnitten eignet sich die Fixirung in Sublimatalkohol und Alkohol. Bei der Anwendung der oben genannten Farben wird man jedoch die Pestbazillen nur schwer in kräftiger, vom Gewebe sich deutlich abhebender Färbung erhalten, weil beim Entwässern der Farbstoff den Bazillen durch den Alkohol leicht entzogen wird.

Die besten Dienste bei der Schnittfärbung leistete uns ein Verfahren, bei welchem ein Gemisch von Methylenblau und Eosin in alkalischer Lösung zur Anwendung kommt. Konzentrirte wässrige Methylenblaulösung (Methylenblau medicinale Höchst) wird mit der 10fachen Menge destillirten Wassers verdünnt und auf jeden Kubikcentimeter der konzentrirten Stammlösung werden 3 Tropfen einer 5 % wässrigen Lösung von krystallisirter Soda hinzugefügt. Nun wird unter Umschütteln 1prozentige wässrige Lösung von Eosin B. A. Extra Höchst tropfenweise zugesetzt. Auf jeden Kubikcentimeter der oben erwähnten Stammlösung des Methylenblaus kommen etwa 0,5—1,0 ccm Eosinlösung. Im Gegensatz zu der für die Chromatinfärbung nach Romanowsky erforderliche Farbmischung muss für den vorliegenden Zweck das Auftreten eines Niederschlages vermieden werden.

In diesem alkalischen Eosin-Methylenblaugemisch bleiben die Schnitte etwa 2 Stunden, werden dann nach kurzem Abspülen in Wasser in sehr stark verdünnter Essigsäure differenzirt, bis der Schnitt den rosa Eosinton zeigt, werden mit Wasser ausgewaschen und nun schnell in 70prozentigem, dann in absolutem Alkohol entwässert, in Xylol aufgehellt und in Oel eingebettet.

In solchen Präparaten heben sich die Pestbazillen als dunkelblau-violette Stäbchen sehr gut von dem rosa gefärbten Untergrund ab und zeigen zuweilen sogar schöne Polfärbung. Auch für Deckglasausstrichpräparate aus Organen, die in Alkohol fixirt sind, eignet sich die Methode vorzüglich und giebt prachtvolle Polfärbung. Sie ist vor allen Dingen bei der Untersuchung des Blutes von pestkranken Menschen zu empfehlen, weil in sorgfältig hergestellten Präparaten der einzelne Pestbazillus wegen der Kontrastfärbung leicht zu entdecken ist. Die erforderliche Dauer der Färbung beträgt für Deckglasausstrichpräparate nur einige Minuten[1]).

Bei der Stellung der mikroskopischen Diagnose auf Pestbazillen ist besonders der Umstand zu berücksichtigen, dass recht erhebliche Abweichungen von der typischen Form vorkommen. Es sei erinnert an die Beobachtungen der in Indien thätig gewesenen Pestkommissionen der verschiedenen Länder, besonders derjenigen Deutschlands und Oesterreichs, an menschlichen und thierischen Kadavern.

Es werden alle Uebergänge beobachtet von den typischen plumpen Kurzstäbchen mit abgerundeten Enden und ausgesprochener Polfärbung zu bläschenförmigen Gebilden, welche den Farbstoff ausschliesslich in der Randzone aufnehmen und zu grösseren gequollenen Formen, die nur noch ganz unvollkommene Färbung zeigen. Häufig hat sich die Randzone zwischen den beiden stärker gefärbten Polen an der einen Seite so unvollkommen tingirt, dass sie hier völlig zu fehlen scheint und dass der einzelne Bazillus dadurch wie von der Seite her ausgehöhlt aussieht.

Wenn es somit Verfahren giebt, welche die Polfärbung im mikroskopischen Präparat mit Sicherheit hervortreten lassen, so ist nicht zu vergessen, dass der Pestbazillus diese Eigenthümlichkeit mit einer Reihe von Bakterien theilt, welche unter Umständen differentialdiagnostisch in Frage kommen. So deutlich wie bei Pest tritt die Erscheinung allerdings meist nur in Bakterien hervor, die zur Gruppe der hämorrhagischen Septikämie gehören. Die Geflügelcholera- (Fig. 4) und die Schweineseuchebakterien (Fig. 5) geben, wie bekannt, schöne Polfärbung, dagegen sind sie im Thierkörper meist kleiner als die Pestbazillen. Aber alle Methoden, welche die Polfärbung bei Pest besonders deutlich hervortreten lassen, begünstigen sie auch bei den anderen Bakterien, so dass man sich davor hüten muss auf Andeutungen von Polfärbung allzuviel Gewicht zu legen und diese Erscheinung nur gelten lassen darf, wenn sie in ganz ausgesprochener Weise sichtbar ist.

Als differentialdiagnostisch wichtig wurden vor allen Dingen Bacterium coli und die Bazillen der Pseudotuberkulose der Nagethiere unter Benutzung der oben genannten Methoden geprüft, ferner ein Bazillus, welcher unter den Ratten im Gesundheitsamte

[1]) Das Verfahren kann überhaupt zur Darstellung von Bakterien in Schnitten warm empfohlen werden. Für andere Bakterien ist eine so lang dauernde Färbung wie bei Pestbazillen nicht erforderlich, weil sie den Farbstoff nicht so leicht an Alkohol abgeben, wie diese.

eine Seuche hervorrief und von C. Schilling in dem vorliegenden Bande dieser Arbeiten beschrieben ist.

Die Polfärbung kommt bei diesen Bakterien bei Ausstrichen vom Organsaft geimpfter Thiere garnicht oder nur andeutungsweise zu Stande und die Form der Stäbchen ist eine andere; sie sind plumper und meist länger als die Pestbazillen. Vor allen Dingen werden die Stäbchen niemals in so grosser Zahl in den inneren Organen angetroffen, wie es bei der Pestinfektion, wenn auch nicht stets, so doch meist der Fall ist.

Als weiteres Unterscheidungsmerkmal von anderen Bakterien kann das Verhalten bei der Gram'schen Färbung dienen. Der Pestbazillus wird bei Anwendung der Gram'schen Methode entfärbt, eine Eigenschaft, welche er allerdings mit einer Reihe der oben erwähnten Mikroorganismen theilt.

Ferner ist der Pestbazillus stets unbeweglich, gleichgültig, ob er bei 37°, bei 30°, bei Zimmertemperatur oder im Eisschrank gezüchtet wird. Zur Prüfung auf Beweglichkeit bei diesen verschiedenen Temperaturgraden wurden wir veranlasst durch die interessante Beobachtung von Mironesco [1]), dass es Bakterien giebt, welche je nach den Wärmegraden, bei denen die Kulturen gehalten werden, beweglich oder unbeweglich sind. In Bestätigung der Angaben von Mironesco konnten wir feststellen, dass z. B. 3 Stämme der Pseudotuberkulosebazillen, von denen wir zwei der Güte des Herrn Direktor Dr. Kurth-Bremen bezw. des Herrn Dr. Dietrich-Tübingen verdanken, beweglich waren, wenn die Kulturen bei Zimmertemperatur gezüchtet wurden, während die bei 37° gehaltenen Kulturen keine deutlich beweglichen Stäbchen erkennen liessen. Die Pestbazillen dagegen zeigten sowohl bei 30° als auch bei Zimmertemperatur und im Eisschrank bei 8° gezüchtet zwar auffallend starke Molekularbewegung, aber keine wahre Beweglichkeit.

Züchtung des Pestbazillus.

Die kulturellen Eigenschaften der Pestbazillen sind von der grössten Bedeutung für die Differentialdiagnose. Da die Ueppigkeit des Wachsthums der Pestbazillen von der Beschaffenheit des Nährbodens sehr abhängig ist, so ist auf eine gleichmässige Herstellung des letzteren besonders zu achten.

Beim Agar spielt zunächst der Wassergehalt eine Rolle, da nach den Untersuchungen von Haffkine zu starke Trockenheit des Nährbodens zur Bildung von Involutionsformen Veranlassung giebt. Dann aber ist die Alkalität des Nährbodens sorgfältig zu berücksichtigen. Bei vielen vergleichenden Untersuchungen erwies sich im Gesundheitsamte eine Methode zur Alkalisirung der Nährboden am vortheilhaftesten, welche von Maassen im 8. Bande dieser Arbeiten beschrieben ist; es wird zum Nährboden zunächst soviel Natronlauge hinzugefügt, dass blaues Lackmuspapier nicht mehr geröthet wird und darauf krystallisirte Soda in bestimmten Mengen zugesetzt. Für Pestbazillen wurde das Optimum der Alkalität erreicht, wenn über den Neutral-

---

[1]) Hygienische Rundschau 1899, No. 19.

punkt gegen blaues Lackmuspapier[*]) 0,5 g krystallisirte Soda zum Nährboden hinzugefügt wurden.

Auf so bereitetem, in Petrischalen erstarrten und auf der Oberfläche beimpften Agar ist nach 24stündigem Aufenthalt im Brutofen bei 30° bereits eine Bildung von zarten Kolonien zu bemerken, die zum Theil erst bei Betrachtung mit schwacher Vergrösserung zu erkennen sind und als unregelmässig gestaltete, körnige feine Auflagerungnn sichtbar werden. Nach 48 Stunden sind diese zu saftigen rundlichen Kolonien ausgewachsen, welche oft eine schleimige Beschaffenheit haben. Die Formen der Bakterien auf Agar (Fig. 7) sind nicht gleichmässig, insofern als neben kurzen auch längere Stäbchen und Fadenbildungen vorkommen; auch Schlingenbildungen, wie die später bei Besprechung des Gelatinewachsthums zu beschreibenden Formen werden beobachtet (s. u.). Die zuerst von Yersin beschriebene Erscheinung, dass in Reinkulturen auf Agar die Bildung zweier verschiedener Arten, nämlich zarterer und knopfförmiger dickerer Kulturen erfolgt, trat besonders bei frischen Kulturen hervor. Bei längerer Weiterzüchtung auf Agar ging jedoch diese Eigenschaft verloren.

Als Nachtheil der Züchtung auf Agar ist namentlich von der deutschen Kommission hervorgehoben, dass bei Material, welches neben Pestbazillen zahlreiche andre Keime enthält, die letzteren die ersteren im Wachsthum zurückdrängen. Daraus ergiebt sich die Regel, dass der Agarnährboden zu diagnostischen Zwecken hauptsächlich da Verwendung finden soll, wo wenig andre Keime zu erwarten sind, z. B. bei Untersuchungen des Blutes und des Drüsensaftes Pestkranker oder bei frischem Leichenmaterial.

Besonders die deutsche Kommission hat auf die Vortheile hingewiesen, welche die Züchtung auf Gelatine vor derjenigen auf Agar hat. Gelatine von obengenanntem Alkaleszenzgrad hat sich im Gesundheitsamt ebenfalls vorzüglich bewährt. Am besten wird das zu untersuchende Material auf der Oberfläche von fertig gegossenen und erstarrten Gelatineplatten ausgestrichen. Die Befürchtung, dass das langsamere Wachsthum auf Gelatine die Stellung der Diagnose zu sehr verzögern könnte, ist nicht begründet. Klein hat zuerst darauf hingewiesen, dass man bereits von 24 Stunden alten Gelatineplatten, die aus den Organen pestinfizirter Thiere angelegt sind, häufig sehr charakteristische Bilder erhält, wenn man Klatschpräparate anfertigt. Wenn diese sorgfältig an der Luft getrocknet, in der Flamme fixirt, gefärbt und nach dem Abspülen unter Vermeidung des Abtupfens durch Absaugen mit Fliesspapier vom Waschwasser befreit sind, so zeigen auch nach unseren Erfahrungen die Kolonien der Pestbazillen im mikroskopischen Bilde häufig ein äusserst charakteristisches Aussehen. Während die mikroskopische Betrachtung der Gelatineplatte selbst mit schwachen Linsen nach 24 Stunden an den meisten Stellen Wachsthum deutlich überhaupt noch nicht erkennen lässt, oder höchstens die Oberfläche des Nährbodens einen äusserst feinen reifähnlichen Beschlag aufweist, sind im Klatschpräparat oft feinste Kolonien schon in grosser Zahl zu er-

---

[*]) Anmerkung. Als Lackmuspapier wird ausschliesslich verwendet blaues Lackmuspapier auf Postpapier (einseitig) der Fabrik von E. Dietrich, Helfenberg b. Dresden. Auf tadellose Beschaffenheit des häufig frisch zu beziehenden Papiers ist das grösste Gewicht zu legen.

kennen, die in landkartenartiger Zeichnung angeordnet sind (Fig. 10, 11). Diese kleinen oft nur aus 50—100 Bazillen zusammengesetzten Kolonien sind von eigenartiger unregelmässiger Gestalt, wie sie an den Photogrammen 12—18 hervortritt. Zuweilen ist die Theilung in Einzelstäbchen mehr oder weniger vollständig ausgeblieben, sodass die Kolonie entweder ganz oder theilweise wie aus wirren Fadenschlingen zusammengesetzt erscheint (Fig. 12—16 u. 18).

Das Klatschpräparat spiegelt ferner die Form der älteren Kolonien in ausgezeichneter Weise wieder (Fig. 17): das aus dichten Bazillenmassen gebildete Centrum und den zarten unregelmässig gebuchteten Rand, welcher der Kolonie bei schwacher Vergrösserung eine gewisse Aehnlichkeit mit derjenigen des Diphtheriebazillus auf Glycerinagar verleiht (Gaffky). Dieser Rand besteht, wie sich bei Betrachtung des Klatschpräparats mit stärkeren Linsen ergiebt, zuweilen ganz, zuweilen nur an einer Seite, oft auch nur an einzelnen Stellen aus langen Fadenschlingen (Fig. 16—18). Fast stets findet man einzelne Kolonien auf der Platte, die ganz aus solchen gewundenen Fäden zu bestehen scheinen und einem lockeren Drahtknäuel vergleichbar sind. Dieses Verhalten der Pestbazillen scheint auch uns da, wo es in ausgeprägter Weise hervortritt, ein sehr brauchbares Merkmal für die Unterscheidung der Pestkolonien von denjenigen anderer Bakterien abgeben zu können. Jedenfalls empfiehlt es sich bei diagnostischen Untersuchungen die Aufmerksamkeit auf diese Erscheinung zu richten.

Die von uns zum Vergleich auf einer Gelatine von gleicher Zusammensetzung herangezogenen Bakterien, von denen ich besonders bacter. lactis aerogenes, bacterium coli, bacillus typhi murium, bacillus cholerae gallinarum, bacillus suisepticus, bacillus pneumoenteritidis murium, bacillus pseudotuberculosis rodentium hervorhebe, boten niemals die bei den Pestbazillen beobachteten Formen im Klatschpräparat. Dagegen zeigten die Erscheinung alle untersuchten Peststämme, unter denen sich Kulturen befanden, die aus der chinesischen Epidemie des Jahres 1894 und der indischen des Jahres 1896 stammen. Bei steigendem Alkaligehalt der Gelatine scheint die Häufigkeit der Schlingenbildung abzunehmen; sie ist am schönsten ausgeprägt, wenn Material aus dem infizirten Thierkörper auf der Gelatineoberfläche ausgestrichen wird, ist aber auch bei Aussaat von Kulturmasse zu beobachten. Die österreichische Pestkommission führt ebenfalls in dem bakteriologischen Theil ihres Berichts an, dass die Pestbazillen manchmal Schlingen in ganz jungen Agarkulturen bilden, ebenso sah Skschivan Fäden auf Glyzerinagar. Wir fanden Schlingenbildung gleichfalls auf Agar, besonders wenn Gewebssaft von infizirten Thieren auf Agarplatten ausgestrichen wurde, deren Oberfläche durch 24stündigen Aufenthalt im Brutofen vom Kondenswasser befreit war (Fig. 19 u. 20).

Ausser dem Agar und der Gelatine kommt noch das erstarrte Blutserum für die Züchtung der Pestbazillen in Betracht. Die von Kitasato stammende Beobachtung, dass die Pestbazillen auf Blutserum üppig gedeihen, konnte bei den Untersuchungen im Gesundheitsamt durchaus bestätigt werden. Das Blutserum kommt jedoch für diagnostische Zwecke nur da in Betracht, wo eine starke Verunreinigung des zu untersuchenden Materials mit anderen Bakterien nicht zu erwarten ist, besonders also bei

Aussaat von Blut und Drüsensaft Pestkranker. Hier leistet es ausgezeichnete Dienste, da das Wachsthum schneller und üppiger erfolgt als auf Agar. Die Formen der Pestbazillen auf Blutserum (Fig. 6) sind sehr gleichmässig; kurze und plumpe Formen überwiegen, Fadenbildungen kommen vor, sind jedoch spärlicher als auf Agar. Wir bevorzugten das Löffler'sche Blutserum für die Kulturen, welche wir zu den unten zu berichtenden Thierversuchen benutzten, weil nach unseren Erfahrungen die Virulenz bei Fortzüchtung auf Blutserum besser erhalten blieb, wie auf Agar.

Neben den bisher angeführten Nährböden ist für die Diagnose von Bedeutung der Agar mit erhöhtem Kochsalzgehalt, auf welchem nach den Untersuchungen von Hankin die Bildung ganz eigenartiger Involutions- und Degenerationsformen des Pestbazillus erfolgt.

Die Pesterreger erscheinen hier selten als normal geformte Bazillen, meist als gequollene Gebilde von verschiedener Grösse und Form, die den Farbstoff oft nur unvollkommen annehmen. Sie sind zum Theil hefezellenartig geformt, zum Theil kugelig, oder sie erinnern an die Gestalt mancher Amöben (Fig. 21, 22). Da diese Eigenschaft der Pesterreger als diagnostisches Merkmal in Betracht kommt, so war es wünschenswerth, die obengenannten Bakterien auch hier zum Vergleich heranzuziehen. Matzuschita hat bereits eine grössere Anzahl von Mikroorganismen auf Kochsalzagar verschiedener Konzentration gezüchtet und kommt zu dem Schluss, dass auf $2^1/_2$—$3^1/_2$-prozentigem Kochsalzagar bei Körpertemperatur innerhalb 24 bis 48 Stunden keine der von ihm untersuchten Bakterien Formen bilden, welche mit den bei Pestbazillen beobachteten verwechselt werden können. Da M. zufällig einen Theil der von uns untersuchten Mikroorganismen nicht herangezogen hat, so mögen hier die Ergebnisse unserer Prüfung folgen.

Eine Bildung von Involutionsformen bei einem Salzgehalt des Agars von 3% und bei Züchtung bei Körper- und Zimmertemperatur erfolgt nach unseren Erfahrungen in nicht nennenswerther Weise (Auswachsen zu etwas längeren Stäbchen, wie gewöhnlich), bei bac. pseudotuberkulosis rodentium, dagegen überhaupt nicht bei dem Bazillus der Rattenseuche, beim Mäusetyphusbazillus, den untersuchten Stämmen von bact. coli und beim Schweineseuchenbazillus. Die einzigen von uns untersuchten Bakterienarten, bei denen es zur Bildung von ausgesprochenen Involutionsformen kommt, sind bac. lactis aerogenes und der von Weber im 17. Bande dieser Arbeiten näher beschriebene Hofer'sche Bazillus der Krebspest. Der erstere wächst auf Agar von 3% Kochsalzgehalt zu langen, zuweilen gekrümmten oder in der Mitte spindelförmig aufgetriebenen Fäden aus; der Krebspesterreger bildet ganz bizarre Formen, rankenartige Bildungen, ferner riesige Spindeln. Keiner der untersuchten Mikroorganismen bildete jedoch auf 3%igem Salzagar Formen, welche mit den Involutionsformen der Pestbazillen verwechselt werden können.

Neben dem Salzagar bietet bekanntlich das Wachsthum der Pesterreger auf Bouillon differentialdiagnostisch wichtige Eigenthümlichkeiten. Die unbeweglichen Pestbazillen wachsen, wenn man das Material vorsichtig auf die Oberfläche der Bouillon bringt, unter Bildung eines Häutchens, von dem lange Fäden in die Flüssigkeit herabhängen. Auch wenn man nicht wie Haffkine Fett der Nährlösung zusetzt, kommt

diese Art des Wachsthums zustande; es ist nur erforderlich, dass die Kulturgläschen in den ersten Tagen vor Erschütteruug bewahrt bleiben. Ausserdem bildet sich ein wolkenartiger Bodensatz, während die dazwischen liegende Bouillonschicht zunächst klar bleibt.

Die charakteristische Form auf Bouillon — lange Ketten von stark abgerundeten fast kokkenartigen Einzelindividuen — tritt in den Photogrammen 8 und 9 deutlich hervor. Der günstigste Alkalitätsgrad ist bei Bouillon der gleiche wie der oben bei Agar und Gelatine beschriebene. Hervorzuheben ist ferner, dass der Pestbazillus Traubenzucker nicht vergährt.

Wir sehen somit, dass der Pestbazillus bei der Züchtung auf den angeführten Nährböden eine Reihe von Eigenthümlichkeiten zeigt, die den übrigen zum Vergleich herangezogenen Bakterien nicht zukommen. Man kann wohl sagen, dass schon die mikroskopische Untersuchung vom Menschen stammenden verdächtigen Materials in Verbindung mit dem Kulturverfahren, wenn sämmtliche angeführten Züchtungsmethoden neben einander zur Anwendung kommen, unter Umständen zu seiner sicheren Erkennung genügt.

Während einer Epidemie wird man oft sogar durch die mikroskopische Untersuchung geeigneten Materials allein mit hinreichender Sicherheit die Diagnose beim Menschen stellen können. Bei der Feststellung eingeschleppter Fälle, und besonders bei der Untersuchung von Thierkadavern wird man jedoch stets ausser der mikroskopischen und kulturellen Untersuchung den Thierversuch heranziehen müssen.

Thierversuch.

Die pathogenen Eigenschaften des Pestbazillus sollen hier zunächst nur soweit besprochen werden, als sie für die praktischen Zwecke der Diagnosestellung in Betracht kommen. Die Erscheinungen, welche bei den verschiedenen Arten der Verimpfung pestverdächtigen Materials auf Thiere beobachtet werden, sind durch die in grosser Zahl vorliegenden Untersuchungen den Bakteriologen so geläufig, dass auf ihre Beschreibung im Einzelnen verzichtet werden kann.

Ratten und Meerschweinchen sind besonders geeignet, weil beide durch einen hohen Grad von Empfindlichkeit für die Infektion mit Pestbazillen ausgezeichnet sind.

Wir benutzten für unsere Versuche meist bunte und weisse Ratten. Es kamen intraperitoneale und subkutane Infektion von Kulturmasse, die in physiologischer Kochsalzlösung aufgeschwemmt war, Impfung auf die Konjunktiva oder Nasenschleimhaut, Einbringung von Organsaft oder Stückchen von Organen in eine Hauttasche, endlich Verfütterung von Kadavern an Pest verendeter Thiere zur Anwendung. Für die Prüfung einer verdächtigen Kultur kommen die Injektionen einer Aufschwemmung von Agar oder Serumkulturen in die Bauchhöhle und unter die Haut, sowie die Aufbringung einer kleinen Oese gleicher Kulturmasse auf die Augenbindehaut in erster Linie in Betracht.

Die zahmen Ratten sterben nach unseren Erfahrungen ausnahmslos bei diesen Arten der Verimpfung frischer Kulturen. Die intraperitoneal einverleibte Menge darf nicht zu gross sein, da die Thiere sonst an den in den Bakterien-

körpern enthaltenen Toxinen sterben und bei der Sektion verhältnissmässig wenig Bazillen in den inneren Organen gefunden werden. Ein erhebliches Exsudat in der Bauchhöhle pflegt nicht aufzutreten, sondern die Oberfläche des Bauchfells erscheint nur ein wenig feuchter; Abstriche von der Serosa ergeben gewöhnlich Pestbazillen in sehr grosser Zahl mit Andeutung von Kapselbildung. Sonst finden sich die Bazillen am zahlreichsten in der Milz. Bei subkutan infizirten Thieren kommt die Untersuchung der Injektionsstelle und der nächstgelegenen Drüsen hinzu.

Bei der Infektion auf die Konjunktiva erkranken die Submentaldrüsen in typischer Weise und Ausstriche aus diesen zuweilen bis Kleinbohnengrösse geschwollenen Drüsen ergeben die Anwesenheit von massenhaften Pestbazillen, ebenso wie Ausstriche aus der Milz. Auch für die Isolirung der Pestbazillen aus Thierorganen haben wir in Uebereinstimmung mit den Angaben der deutschen Pestkommission die Impfung auf die Konjunktiva der Ratte mit Erfolg benutzt, doch will es uns scheinen, als ob die später zu besprechende Impfung auf die rasirte Bauchhaut des Meerschweinchens noch sicherere Resultate ergäbe. Sonst kommt bei Leichenmaterial besonders die Einbringung in eine Hauttasche bei Ratten in Betracht, die zur Erkrankung der nächstgelegenen Drüsen und zur Allgemeininfektion führt.

Die Verfütterung von Kadavern an Pest verendeter Thiere verursachte den Tod der weissen, bunten und grauen Ratten meist innerhalb von 3 Tagen, seltener später. Graue Ratten pflegten im Allgemeinen der Fütterungspest länger Widerstand zu leisten als die weissen und bunten, was zum Theil wohl darauf zurückzuführen ist, dass von letzteren meist nur etwa 100 g schwere Thiere benutzt wurden. Entsprechend den Angaben früherer Beobachter schienen uns die Infektionskeime vorzugsweise von den oberen Verdauungs- und Respirationswegen, Maul und Nase, in die Halsdrüsen und von dort in den übrigen Körper eingedrungen zu sein. Sehr oft fanden wir aber auch die charakteristischen Veränderungen am Darm: Schwellung und hämorrhagische Infiltration der Follikelhaufen und Mesenterialdrüsen, seltener feinste Blutungen in die Darmschleimhaut. Meist waren die Pestbazillen in den inneren Organen in grosser Menge nachweisbar, zuweilen, besonders bei Erkrankung der Halsdrüsen, trat ihre Zahl in den inneren Organen gegen die in den primär erkrankten Drüsen zurück.

Von den Veränderungen, welche den verschiedenen Arten der Infektion mit Pestbazillen gemeinsam sind, ist die Blutfülle hervorzuheben, die in den inneren Organen und in den Gefässen des Unterhautgewebes auftritt. Die Hyperämie der Unterhaut ist ein regelmässiger Befund bei der Sektion von Pestratten; ihr Fehlen ist als differential-diagnostisch wichtig zu betrachten. Neben Blutfülle zeigen die inneren Organe mehr oder minder zahlreiche Hämorrhagien, am häufigsten die Leber.

Besondere Erwähnung verdienen die Erscheinungen an der Lunge. Während bei den an Allgemeininfektion mit Pestbazillen verendeten Thieren in den Lungen sich meist nur Blutaustritte in das Gewebe, aber keine Exsudationen in die Alveolen finden, kommt es zuweilen auch zu pneumonischen Prozessen.

In Uebereinstimmung mit den Erfahrungen von Batzaroff, der mit Meerschweinchen arbeitete, sahen wir die Veränderungen in den Lungen besonders häufig

auftreten bei Ratten, welche durch Vorbehandlung mit abgetödteten Kulturen oder wenig wirksamem Serum einen unvollkommenen Impfschutz erworben hatten. In diesen Fällen wurde der Tod bei subkutaner oder Konjunktivalimpfung bis zu etwa 7 Tagen verzögert und die mikroskopische Untersuchung ergab, dass ausser primär erkrankten Drüsen und der Lunge die inneren Organe frei von Pestbazillen waren. Die Veränderungen an den Lungen bestanden in diesen Fällen aus mehr oder weniger ausgedehnten lobären Hepatisationen von dunkelrother oder graurother Farbe, die zahlreiche Pestbazillen beherbergten. Ausserdem wurde in einzelnen Fällen auch das Auftreten von über die Lunge zerstreuten miliaren graugelblichen Knötchen beobachtet, die auch im österreichischen Pestbericht erwähnt und ähnlich wie die beim Meerschweinchen vorkommenden sind. Sie enthielten neben Rundzellen die Pestbazillen in grosser Zahl. Bei einer Ratte waren die gleichen pestbazillenhaltigen Knötchen auch in der Milz und Leber vorhanden.

Als später unter den Ratten die oben erwähnte Seuche auftrat, konnte häufig beobachtet werden, dass die Pestbazillen sich in den chronisch erkrankten Lungen ansiedelten und zu ausgedehnten Hepatisationen Veranlassung gaben. Von den Bakterien der Rattenseuche liessen sich jedoch die Pestbazillen mikroskopisch ausser durch ihre Form schon dadurch leicht unterscheiden, dass sie in grosser Zahl vorhanden waren, während die ersteren meist nur in vereinzelten Exemplaren aufzufinden waren. Immerhin ist es wichtig, beim Arbeiten mit Ratten und bei der Feststellung der Ursachen verdächtigen Rattensterbens nicht zu vergessen, dass auch hier Seuchen vorkommen können, welche die Beurtheilung im einzelnen Falle erschweren.

Im Allgemeinen haben jedoch die Ratten vor den Meerschweinchen den Vorzug, dass sie für andre Infektionen weniger empfänglich sind als diese.

Bei der intraperitonealen Injektion von bakterienhaltigem Blut oder Gewebssaft verhalten sich allerdings auch weisse und bunte Ratten nicht ganz refraktär gegenüber Infektionen mit Bakterien, die sonst für diese Thiere als unschädlich angesehen werden. Es gelang uns z. B. durch intraperitoneale Injektion von $^1/_2$ Kubikcentimeter Blut eines an Hühnercholera verendeten Kaninchens Ratten innerhalb 24 Stunden zu tödten. Sowohl in dem — im Gegensatz zur Pestinfektion — reichlichen Peritonealexsudat, wie im Blut und den inneren Organen fanden sich die Hühnercholerabazillen in grosser Zahl und waren bei oberflächlicher Betrachtung leicht mit Pestbazillen zu verwechseln.

Ebenso gelang es Herrn Reg.-Rath Tjaden mit bakterienhaltigem Gewebssaft von an Schweineseucheinfektion verendeten Kaninchen bei intraperitonealer Infektion bunte Ratten zu tödten. Auch hier fanden sich im Peritonealexsudat und in den Organen sehr grosse Mengen von polgefärbten Bakterien, die sich allerdings durch ihre Kleinheit von den Pestbazillen unterschieden.

Eine Verfütterung von an Hühnercholera bezw. Schweineseuchebazillen sehr reichen Kadavern an Ratten vermochte die Thiere jedoch nicht zu tödten.

Immerhin ist daraus die Lehre zu ziehen, dass man sich bei Verimpfung verdächtigen Materials nicht auf die intraperitoneale Injektion bei Ratten beschränken soll.

Die Empfänglichkeit der Meerschweinchen für Pest bei künstlicher Infektion ist mindestens die gleiche, wenn nicht höher als die der Ratten und für die Isolirung des Pestbazillus aus verunreinigtem Material eignet sich die von der österreichischen Pestkommission zuerst empfohlene Methode der Impfung auf die rasirte Bauchhaut des Meerschweinchens ganz vorzüglich.

Die pathologischen Veränderungen sind sowohl nach intraperitonealer wie subkutaner und kutaner Impfung beim Meerschweinchen ausserordentlich typisch. Bei ersterem besonders von Gottschlich mit Erfolg zur Untersuchung von Sputum benutzten Infektionsmodus tritt im Gegensatz zu den bei Ratten beobachteten Veränderungen ein sehr reichliches entzündliches Exsudat in der Bauchhöhle auf, welches stark fadenziehend ist und sehr grosse Mengen von Pestbazillen enthält. Bei subkutaner und mehr noch bei kutaner Impfung kommt es zur Bildung sehr charakteristischer Bubonen, die wie bei der Pestinfektion des Menschen von starkem entzündlichen Oedem umgeben sind und ungeheure Mengen von je nach dem Stadium der Krankheit mehr oder weniger deformirten Pestbazillen bergen. Auch der Unterschied zwischen primär und sekundär erkrankten Drüsen in Bezug auf den entzündlichen Reiz der Umgebung und die Zahl der Bazillen war häufig stark ausgeprägt.

Zieht sich der Verlauf der Infektion über mehrere Tage hin, so treten vorwiegend in der Milz, häufig auch in der Lunge und zuweilen in der Leber die von verschiedenen Seiten beschriebenen tuberkelähnlichen Knötchen auf, die ebenfalls sehr reich an Pestbazillen zu sein pflegen. Sie sind dadurch zu unterscheiden von den Knötchen bei der Infektion mit Pseudotuberkulose der Nagethiere, die makroskopisch genau die gleichen Organveränderungen hervorruft, bei der aber nur vereinzelte plumpe Bazillen in den Heerden zu finden sind. Es gelang uns im April dieses Jahres durch Einreiben von etwas Bazillenmasse auf die Bauchhaut Meerschweinchen zu infiziren und zu tödten mit einer im Gesundheitsamt fortgezüchteten Pestkultur, die aus der chinesischen Epidemie des Jahres 1894 stammte und bei anderen Arten der Impfung sich als unwirksam oder wenig wirksam zeigte.

Wir können nach unseren Erfahrungen in voller Uebereinstimmung mit der österreichischen Pestkommission die Impfung von Meerschweinchen auf die rasirte Bauchhaut als ausserordentlich brauchbare Methode empfehlen. Man schützt sich durch ihre Anwendung vor Irrthümern, die bei der Benutzung andrer Infektionsarten bei Meerschweinchen wegen ihrer grösseren Empfänglichkeit für Infektionen leichter als bei Ratten, unter Umständen aber, wie wir oben gesehen haben, auch bei letzteren entstehen können. Allerdings rathen wir nicht zur ausschliesslichen Anwendung der Methode, da man bei wenig verunreinigtem Material auf andre Weise schneller zum Ziel kommt. Der Tod der Thiere tritt bei kutaner Impfung meist in 3—6 Tagen ein, kann aber auch etwas länger auf sich warten lassen. Zur Prüfung von Reinkulturen oder bei Untersuchung von Material, das mikroskopisch Reinkulturen von Pestbazillen erkennen lässt, rathen wir daher, stets auch Ratten, wie oben besprochen, zu impfen.

Weisse Mäuse zeigten sich gleichfalls für die Impfung mit Pestbazillen sehr empfänglich und boten recht charakteristische Bilder bei der Obduktion, vor allen Dingen Bubonenbildung. Auch graue Hausmäuse erlagen der Infektion durch Ver-

Kossel und Overbeck, Bakteriologische Untersuchungen über Pest.

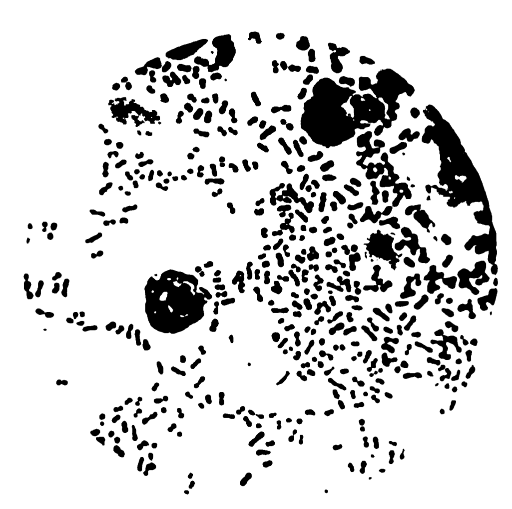


Fig. 1. Pest, Meerschweinchen, Milz, Methylenblaufärbung. Vergr. 1000 fach.

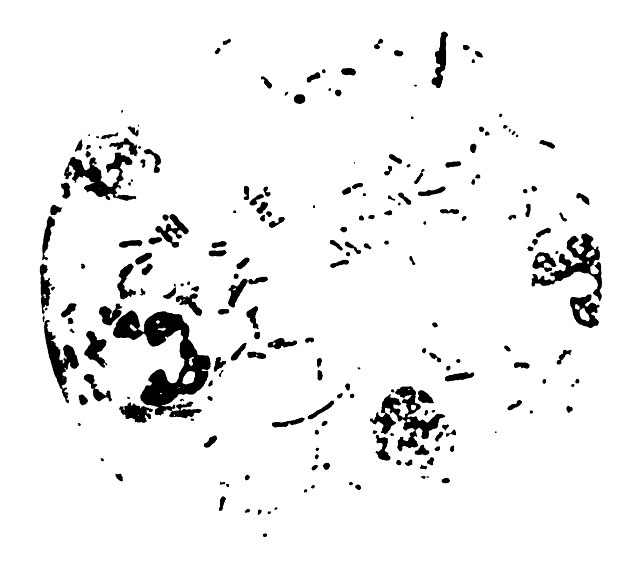


Fig. 2. Pest, Meerschweinchen, Milzausstrich, Methylenblaufärbung. Vergr. 1000 fach.

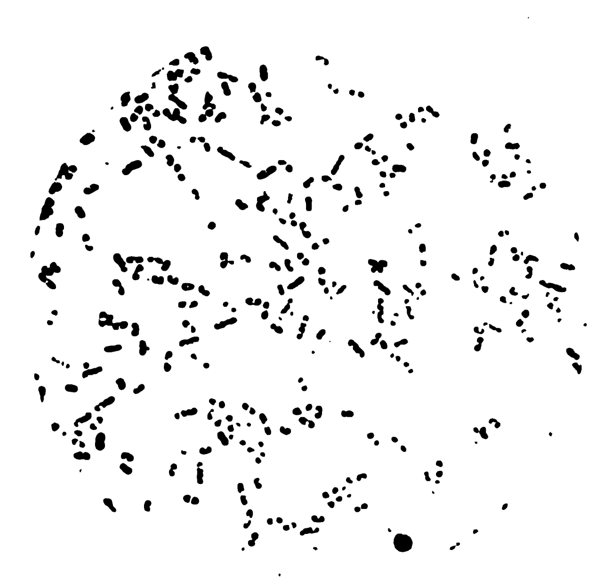


Fig. 3. Pest, Maus, Milzausstrich, Eosin-Methylenblaufärbung. Vergr. 1000 fach.



Fig. 4. Geflügelcholera, Taubenblut, Methylenblaufärbung. Vergr. 1000 fach.



Fig. 5. Schweineseuche, Maus, Blutausstrich, Eosin-Methylenblaufärbung. Vergr. 1000 fach.

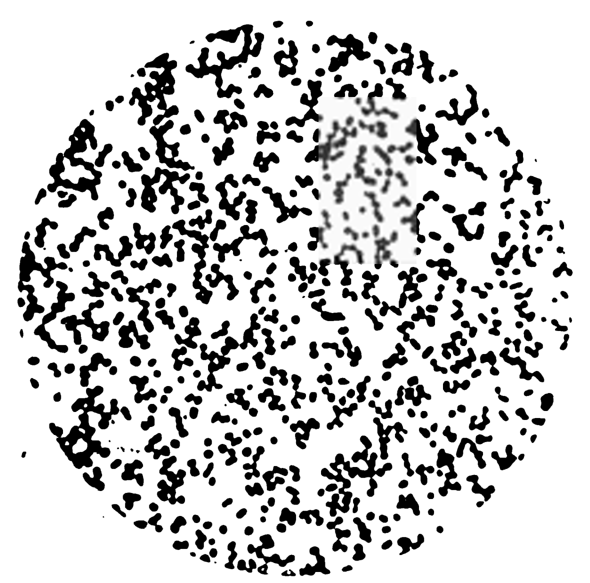


Fig. 6. Pest, Serumkultur, 24 stündig, 80°, Alkoholfixirung, Methylenblaufärbung. Vergr. 1000 fach.

Verlag von Julius Springer in Berlin N.

Kossel und Overbeck, Bakteriologische Untersuchungen über Pest.



Fig. 7. Agarkultur, 24stündig, 30°, Alkoholfixirung, Methylenblaufärbung. Vergr. 1000fach.

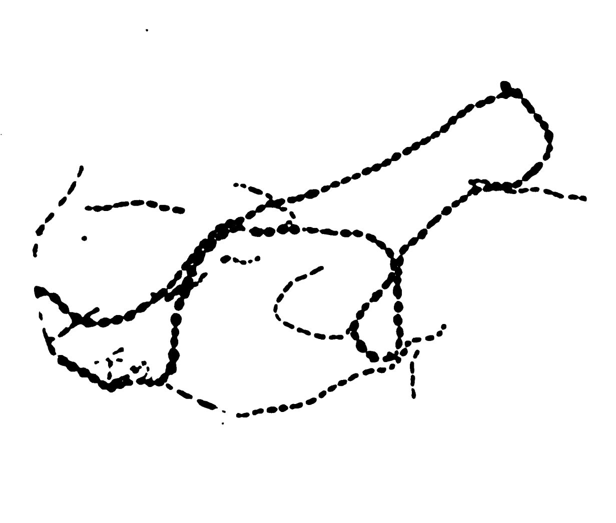


Fig. 8. Bouillonkultur, gewöhnliche Fixirung, Methylenblaufärbung. Vergr. 1000fach.

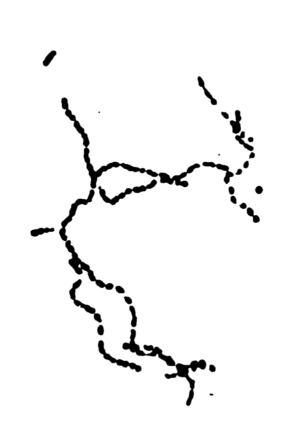


Fig. 9. Bouillonkultur, Alkoholfixirung, Methylenblaufärbung Vergr. 1000fach.



Fig. 10. Gelatinekultur, Klatschpräparat, 24stündig, Methylenblaufärbung. Vergr. 250fach.

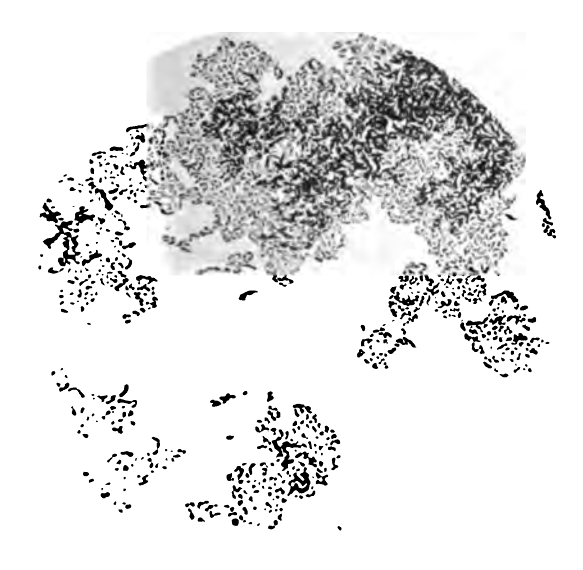


Fig. 11. Gelatinekultur, 24stündig, Klatschpräparat, Methylenblaufärbung. Vergr. 250fach.

Fig. 12. Gelatinekultur, 48stündig, Klatschpräparat, Fuchsinfärbung. Vergr. 250fach.

Verlag von Julius Springer in Berlin N.

Kossel und Overbeck, Bakteriologische Untersuchungen über Pest.



Fig. 13. Gelatinekultur, 48stündig, Klatschpräp., Fuchsinfärbung. Vergr. 250fach.

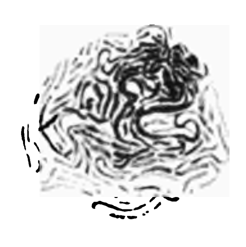


Fig. 14. Gelatinekultur, 48stündig, Klatschpräp., Fuchsinfärbung. Vergr. 1000fach.

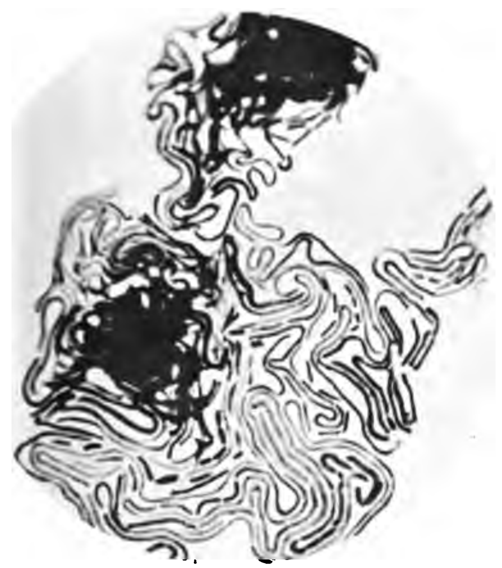


Fig. 15. Gelatinekultur, 48stündig, Klatschpräp., Fuchsinfärbung. Vergr. 1000fach.



Fig. 16. Gelatinekultur, 48stündig, Klatschpräp., Fuchsinfärbung. Vergr. 1000fach.

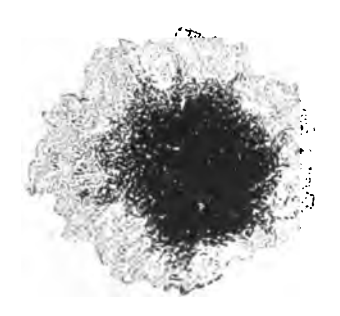


Fig. 17. Gelatinekultur, 48stündig, Klatschpräp., Fuchsinfärbung. Vergr. 250fach.

Verlag von Julius Springer in Berlin N.

Kossel und Overbeck, Bakteriologische Untersuchungen über Pest.

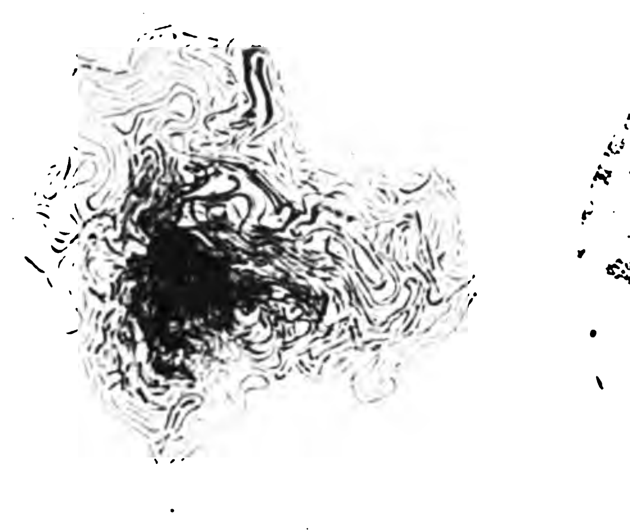


Fig. 18 Gelatinekultur, 48stündig, Klatschpräp., Methylenblaufärbung. Vergr. 1000fach.

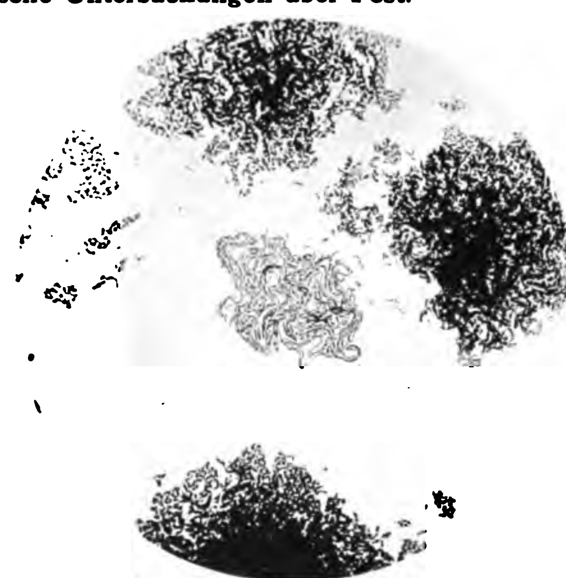


Fig. 19. Agarkultur, 24stündig, Klatschpräp., Methylenblaufärbung. Vergr. 250fach.

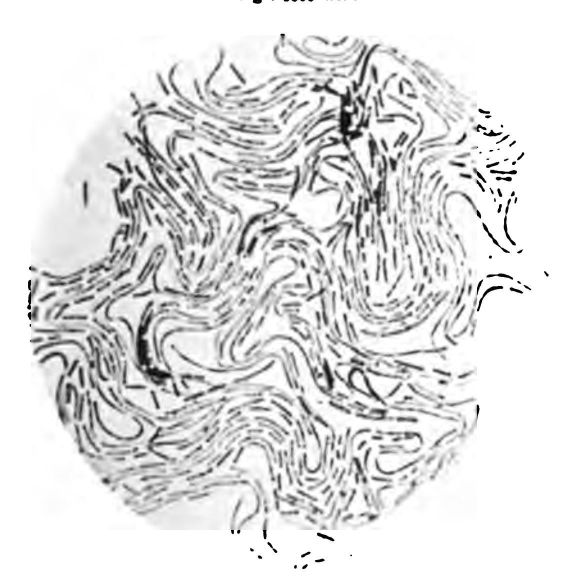


Fig. 20. Agarkultur, 24stündig, Methylenblaufärbung. Vergr. 1000fach.



Fig. 21. Kultur auf 2prozent. Kochsalzagar, 24stündig, Methylenblaufärbung. Vergr. 1000fach.



Fig. 22. Kultur auf 3prozent. Kochsalzagar, 48stündig, Methylenblaufärbung. Vergr. 1000fach.

Verlag von Julius Springer in Berlin N.

fütterung von Organstücken von Pestkadavern prompt innerhalb von 3 Tagen unter Auftreten der mit Hämorrhagien durchsetzten Schwellungen der Darmfollikel, deren von Löffler hervorgehobene Aehnlichkeit mit den Darmveränderungen beim Mäusetyphus der Feldmäuse beachtenswerth ist.

Trotz der Angaben sowohl der österreichischen Pestkommisson wie von Lignières, dass es gelingt, Tauben durch Infektion zu tödten, wird eine Unterscheidung der Pestbazillen von Hühnercholerabazillen durch Taubenimpfungen leicht gelingen. Die von den genannten Forschern den Tauben intravenös bezw. intraperitoneal infizirten Mengen von Kulturaufschwemmungen waren so gross (bei den Oesterreichern z. B. mehrere Kubikcentimeter einer dichten Kulturaufschwemmung), dass aus dem danach erfolgten Tod der Thiere nicht auf eine auch nur mässige Empfänglichkeit der Tauben für die Pestinfektion geschlossen werden darf. Wenn man bedenkt, dass die Impfung kleinster Mengen von Hühnercholerabazillen in der Brustmuskel der Taube (durch Stich mit einer infizirten Nadel) genügt, um den Tod der Thiere in akutester Septikaemie herbeizuführen, so kann man die aus den erwähnten Versuchen scheinbar hervorgehende Empfänglichkeit für Pestinfektion hiermit gar nicht vergleichen.

Wir müssen nach den mitgetheilten Beobachtungen auch für die Prüfung verdächtigen Materials durch den Thierversuch den oben für die kulturelle Untersuchung ausgesprochenen Satz aufstellen, dass man sich nicht auf die Feststellung der einen oder andren Eigenschaft beschränken, sondern möglichst verschiedene Arten der Impfung bei Ratten und Meerschweinchen ausführen soll. Wird diese Regel befolgt, so wird man nicht fehlgehen, wenn man das Ergebniss der bakteriologischen Untersuchung als allein ausschlaggebend für die Beurtheilung eines verdächtigen Krankheitsfalles und als Grundlage für die zu ergreifenden Massregeln betrachtet.

Serodiagnose.

Zum Schluss sei noch die Serodiagnose der Pest kurz besprochen, über welche uns eigene Erfahrungen nur in geringer Zahl zu Gebote stehen.

Der Diagnose der Pest beim erkrankten Menschen mittelst der Agglutinationsprobe kann nach den bisherigen Erfahrungen nur ein bedingter Werth beigemessen werden. Nach den Angaben von Zabolotny und der deutschen Pestkommission tritt bei Pestkranken die agglutinirende Eigenschaft des Blutserums erst in der zweiten Krankheitswoche hervor, kann aber auch vollkommen fehlen. Daher beweist der negative Ausfall der Reaktion auf der Höhe der Krankheit nichts gegen die Diagnose Pest. Dagegen bietet die Serumprobe ein gutes Hülfsmittel zur Prüfung einer verdächtigen Kultur. Man benutzt zu diesem Zweck Serum eines gegen Pestbazillen immunisirten Thieres und stellt die Probe an, indem man eine gewisse Menge der Kulturaufschwemmung mit Verdünnungen des Pestserums gemischt etwa 1 Stunde bei 37° stehen lässt und auf Agglutination prüft. Wegen der Unmöglichkeit, eine Aufschwemmung der Pestbazillen so herzustellen, dass auch mikroskopisch keine Haufen mehr zu erkennnen sind, muss man sich damit begnügen, die Probe makroskopisch oder bei Lupenvergrösserung zu betrachten. In der gleichen Weise verfährt man, wenn es sich um die Prüfung des Blutserums eines verdächtigen Kranken handelt.

Da es wünschenswerth erschien, dass bei der bakteriologischen Prüfung pestverdächtiger Krankheitsfälle in Deutschland nach einheitlichen Gesichtspunkten verfahren werde, so ist von einer Kommission von Sachverständigen eine Anweisung zur Entnahme und Versendung pestverdächtiger Untersuchungsobjekte sowie eine Anleitung für die bakteriologische Feststellung der Pestfälle ausgearbeitet worden, welche vom Bundesrath genehmigt und durch Rundschreiben des Herrn Reichskanzlers den Regierungen der Einzelstaaten mitgetheilt ist.

Wir geben den Wortlaut dieser Anweisung bezw. Anleitung im Anhang wieder.

Anhang.

Anweisung zur Entnahme und Versendung pestverdächtiger Untersuchungsobjekte.

Vorbemerkung. Die Versendung pestverdächtigen Materials wird in der Regel nur erforderlich:

1. wenn die Entsendung eines bakteriologischen Sachverständigen zur Untersuchung des Falles an Ort und Stelle nicht schnell genug oder überhaupt nicht erfolgen kann;
2. wenn der Sachverständige Material zur genaueren Untersuchung an ein Laboratorium senden will, während er an Ort und Stelle bleibt;
3. wenn Untersuchungsmaterial oder Kulturen von einem Laboratorium an ein anderes versandt werden sollen.

A. Entnahme des Materials.

a) vom Lebenden.

Drüsensaft: Nach gründlicher Reinigung der Haut mit warmem Seifenwasser, Alkohol und destillirtem Wasser wird aus einer geschwollenen Drüse mittelst Einschnitts oder durch Ansaugen mit einer frisch durch Auskochen keimfrei gemachten Pravaz'schen Spritze etwas Drüsensaft gewonnen und auf eine Anzahl von Deckgläschen in der Weise vertheilt, dass auf jedes ein kleines Tröpfchen gebracht und mit der Kanüle in dünner Schicht vertheilt wird. Das Gläschen wird dann mit der bestrichenen Seite nach oben zum Trocknen hingelegt.

Drüsentheile: Die Drüsengeschwulst wird unter Aetherspray durch einen Schnitt gespalten und ein hinreichend grosses Stück derselben exstirpirt und in ein weithalsiges Pulverglas gethan.

Drüseneiter: Ist die Drüsengeschwulst schon in Eiterung übergegangen, so wird sie gespalten und der Eiter in einem weithalsigen Pulverglas aufgefangen.

Blut: Durch Einstich mit sterilisirter Lanzette in die sorgfältig gereinigte Haut (Fingerspitze, Ohrläppchen etc.) des Kranken werden Blutstropfen gewonnen und auf möglichst viele Deckgläschen übertragen.

Hat ein Einschnitt gemacht werden müssen, so wird das dabei ausfliessende Blut in einem Pulverglas aufgefangen.

Lungenauswurf, Lungenödemflüssigkeit und Urin des Kranken werden in starkwandige Gläser gefüllt.

b) von der Leiche.

Die Obduktion der Leiche ist in der Regel nur soweit auszuführen, wie die Sicherung der bakteriologischen Diagnose bezw. die Gewinnung des geeigneten Untersuchungsmaterials es erfordern. Meist wird es genügen, der bereits in den abgedichteten Sarg gelegten Leiche folgendes Material zu entnehmen:

1. eine geschwollene Lymphdrüse (möglichst einen sogenannten primären Bubo);
2. ein etwa wallnussgrosses Stück der durch einen Schnitt am linken Rippenbogen zugänglich gemachten Milz;
3. 10 bis 20 ccm Blut, das zweckmässig einer Vena jugularis entnommen wird.

   Falls ein Bubo nicht aufzufinden ist oder der Verdacht auf Lungenpest besteht, so sind die Brusteingeweide vorsichtig herauszunehmen und die Lungen auf pneumonische Herde zu untersuchen. Unter solchen Umständen sind
4. aus erkrankt oder verdächtig befundenen Lungentheilen ein oder einige etwa wallnussgrosse Stücke zu entnehmen.

   Die Organstücke werden zusammen, das Blut für sich, in ein weithalsiges Pulverglas gethan.

B. Behandlung der zur Aufnahme von Untersuchungsmaterial bestimmten Gefässe.

Die Pulvergläser dürfen nicht zu dünnwandig sein und müssen vor dem Gebrauche frisch ausgekocht werden. Nach der Aufnahme des Untersuchungsmaterials sind sie mit eingeriebenen Glasstopfen oder frisch ausgekochten Korken zu verschliessen und die Stopfen mit Pergamentpapier zu überbinden.

Die Gefässe dürfen nicht mit einer Desinfektionsflüssigkeit ausgespült sein, auch darf zu dem Untersuchungsmateriale keine fremde Flüssigkeit hinzugesetzt werden.

C. Verpackung und Versendung.

In eine Sendung dürfen immer nur Untersuchungsmaterialien von einem Kranken bezw. einer Leiche gepackt werden. Ein Schein ist beizulegen, auf dem anzugeben sind: die einzelnen Bestandtheile der Sendung, Name, Alter, Geschlecht des Kranken bezw. der Leiche, Tag und Ort der Erkrankung, Heimaths- bezw. Herkunftsort der von auswärts zugereisten Personen, Krankheitsform, Tag und Stunde des Todes, Tag und Stunde der Entnahme des Untersuchungsmaterials. Auf jedem einzelnen Glase ist ausserdem der Inhalt zu verzeichnen.

Zum Verpacken dürfen nur feste Kisten — keine Cigarrenkisten, Pappschachteln und dergleichen — benutzt werden. Mit Untersuchungsmaterial beschickte Deckgläschen werden in signirte Stückchen Fliesspapier geschlagen und mit Watte fest in einem besonderen Schächtelchen verpackt. Die Gefässe und Schächtelchen mit dem Untersuchungsmateriale sind in den Kisten mittelst Holzwolle, Heu, Stroh, Watte und dergleichen so zu verpacken, dass sie unbeweglich liegen und nicht an einander stossen.

Die Sendung muss mit starkem Bindfaden umschnürt, versiegelt und mit der deutlich geschriebenen Adresse der Untersuchungsstelle sowie mit dem Vermerke: „Vorsicht" versehen werden.

Bei Beförderung durch die Post ist die Sendung als dringendes Packet[1]) aufzugeben und der Untersuchungsstelle, an welche sie gerichtet ist, telegraphisch anzukündigen. Ueberhaupt ist sowohl bei der Entnahme als auch bei der Verpackung und Versendung der Materialien jeder Zeitverlust zu vermeiden, da sonst das Ergebniss der Untersuchung in Frage gestellt wird.

D. Versendung lebender Kulturen der Pesterreger.

Die Versendung von lebenden Kulturen der Pesterreger erfolgt in zugeschmolzenen Glasröhren, die, umgeben von einer weichen Hülle (Filtrirpapier und Watte oder Holzwolle), in einem durch übergreifenden Deckel gut verschlossenen Blechgefässe stehen, das letztere ist seinerseits noch in einer Kiste mit Holzwolle oder Watte zu verpacken. Es empfiehlt sich, nur frisch angelegte, noch nicht im Brutschranke gehaltene Aussaaten auf festem Nährboden zu versenden.

Die weitere Verpackung und die Versendung geschieht wie unter C Abs. 3 und 4.

Anleitung für die bakteriologische Feststellung der Pestfälle.

I. Gewinnung des zur Untersuchung geeigneten Materials.

A. Vom Lebenden.

1. Aus erkrankten Drüsen:
   a) frischer Bubo: Gewinnung von Gewebssaft durch breiten Einschnitt (unter antiseptischen Kautelen) oder durch Punktion mittelst Pravaz'scher Spritze.
   b) vereiterter Bubo: Gewinnung des Eiters wie bei a.
2. Blut: Gewinnung durch Stich mit sterilisirter Lanzette in die vorher mit Seife, Alkohol und Aether gereinigte Haut (Fingerspitze, Ohrläppchen etc.).

Grössere Mengen von Blut zur Gewinnung von Serum für die Agglutinationsprobe (zwecks Feststellung überstandener Pest) werden durch Venenpunktion am Vorderarm oder sterilen Schröpfkopf gewonnen.

---

[1]) § 24 der Postordnung vom 20. März 1900 lautet unter II: „Die Sendungen müssen bei der Einlieferung zur Postanstalt äusserlich durch einen farbigen Zettel, der in fettem schwarzem Typendruck oder ausnahmsweise in grossen handschriftlichen Zügen die Bezeichnung „Dringend" trägt, hervortretend kenntlich gemacht sein. Die zugehörigen Postpacketadressen sind mit dem gleichen Vermerke zu versehen."

Anmerkung zu 1. Es muss dem Einzelnen überlassen werden, die Schwierigkeiten, welche sich etwa bezüglich der unter a genannten Eingriffe ergeben, im Einvernehmen mit dem behandelnden Arzte zu überwinden. Die breite Eröffnung frisch entzündeter Drüsen ist gerade bei der Pest von englischen Aerzten mit gutem Erfolg angewendet worden. Es tritt danach eine sofortige Linderung der heftigen Schmerzen ein. Das Auftreten einer Blutinfektion ist nach den indischen Erfahrungen bei zweckentsprechender Antiseptik nicht zu befürchten.

Es ist von grossem Werthe, die Untersuchung von Saft frisch erkrankter Drüsen vorzunehmen, da in vereiterten Bubonen die Pestbazillen nur noch selten nachzuweisen sind — am besten noch durch das Kulturverfahren (Agar und Gelatine) und den Thierversuch —.

Anmerkung zu 2. Die mikroskopische Untersuchung des Blutes genügt nur in seltenen Ausnahmefällen zur Diagnosestellung. Die Entnahme von Bluttropfen zur kulturellen Untersuchung ist mit Rücksicht auf den wechselnden Gehalt des Blutes an Pestkeimen mehrmals, wenn möglich auch an verschiedenen Tagen, zu wiederholen.

3. Von erkrankten Hautstellen: primäre Pestpustel, Furunkel, pustulöses Exanthem. Gewinnung des Inhalts mittelst Glaskapillaren, Platinöse, schmalen Platinspatels, Messerspitze oder dergl.

4. Ausscheidungen: Auswurf bei primärer Lungenpest, Pneumonie und terminalem Lungenödem schwerer Septikämien; bei krankhaften Zuständen der Rachenorgane Abstriche von der Oberfläche der Schleimhaut; Harn.

B. Von der Leiche.

Vorbemerkung: Die Sektion hat zu geschehen, während die Leiche im abgedichteten Sarge liegt. Jede Verunreinigung der Umgebung durch Gewebsflüssigkeit ist sorgfältig zu vermeiden.

Eine vollständige Sektion ist besonders bei den ersten Fällen in einer Ortschaft möglichst zu umgehen. Am besten wird zunächst an Ort und Stelle eine mikroskopische Untersuchung von Drüsen- oder Milz- oder Lungensaft ausgeführt. Sobald Pestbazillen in erkrankten Drüsen oder in der Milz oder in der Lunge mikroskopisch nachgewiesen sind, ist möglichst auf die weitere Sektion zu verzichten.

Falls die mikroskopische Untersuchung der genannten Organe an Ort und Stelle keine sicheren Anhaltspunkte für Pest ergeben hat, ist die vollständige Sektion auszuführen und dabei besonders auf das Verhalten der Rachenorgane, sowie aller, auch der versteckt liegenden Drüsengruppen, ferner auf das Vorhandensein von Blutungen (besonders in der Schleimhaut des Verdauungskanals und in den serösen Ueberzügen des Herzens), eventuell auch auf das Bestehen einer Hirnhautentzündung zu achten. Es empfiehlt sich, auch eine bakteriologische Untersuchung der Galle in diesen Fällen vorzunehmen.

In jedem Falle werden Organe zur weiteren Verarbeitung mittelst des Kulturverfahrens beziehungsweise Thierversuchs in gut verschlossenen Gefässen mitgenommen, ebenso kleine Organstückchen in Alkohol oder Sublimatalkohol.

Nach vollendeter Sektion ist der Sarg in Gegenwart des Obduzenten sofort zu verschliessen, etwa verspritzte Gewebsflüssigkeit durch verdünntes Kresolwasser (Desinfektionsanweisung I a 1) unschädlich zu machen und sind die zur Sektion benutzten Instrumente durch Auskochen zu reinigen, Tücher, Schwämme etc. zu desinfiziren oder, wenn werthlos, zu vernichten.

1. Aus Mund und Nase hervorgequollene Flüssigkeit.

2. Pusteln und Furunkel der Haut.

3. Drüsensaft, Drüseneiter oder Oedemflüssigkeit aus der Umgebung der Drüse, Drüsenstückchen. Zu gewinnen durch Einschnitt in erkrankte Drüsenpackete, vorzugsweise solche, welche starke entzündliche Durchtränkung des umgebenden Bindegewebes zeigen. Besonders zu achten ist auf blutig infiltrirte Drüsen.

4. Herzblut.

5. Lunge. Abstrich von der Schnittfläche bei ödematöser oder pneumonisch infiltrirter Lunge; Inhalt der Luftröhre und ihrer Verzweigungen; Lungenstückchen.

6. Milz. Abstrich von der Schnittfläche; Milzsaft; Milzstückchen.

7. Gehirn. Krankhaft veränderte Stellen des Hirns und seiner Häute.

8. Herdförmige Erkrankungen der inneren Organe (metastatische Abszesse, Infarkte, Blutungen u. s. w.).

Anmerkung zu A4. Die Untersuchung des Harns ist nicht zu vernachlässigen, wenn kein anderes Untersuchungsmaterial erhältlich ist.

Anmerkung zu B3. In Betracht kommen in erster Linie die Drüsen am Oberschenkel und in der Leistengegend, der Achselhöhle, der Unterkiefer- und Nackengegend sowie des Beckens; unter Umständen sind auch die Gekröse- und Bronchialdrüsen sowie alle übrigen Drüsengruppen zu untersuchen.

II. Gang der Untersuchung.

Bei jeder Untersuchung auf Pest ist ausser der Untersuchung durch das Mikroskop und die Kultur auf Agar und Gelatine möglichst stets der Thierversuch heranzuziehen. Derselbe ist unerlässlich, wenn es sich um die Feststellung des ersten Falles in einer Ortschaft handelt.

A. Mikroskopische Untersuchung.

Von dem zu untersuchenden Materiale sind zunächst reichlich Deckglaspräparate anzufertigen. Ein Theil derselben wird unfixirt und ungefärbt in einem Deckglasschächtelchen aufbewahrt, um bei etwaiger Nachprüfung des Untersuchungsergebnisses benutzt zu werden. Die anderen Ausstriche werden nach einer der folgenden Färbungsmethoden behandelt und ebenfalls für spätere Nachprüfung aufgehoben.

Färbung: Mit Methylenblau — alkalisches M. nach Löffler, Boraxmethylenblau (5 Prozent Borax, 2 Prozent Methylenblau in Wasser) —, verdünnter Ziehlscher Lösung, Gentianaviolett.

Charakteristische Polfärbung: Trockenpräparate 25 Minuten in absolutem Alkohol oder für wenige Sekunden in einer Mischung von Aether und Alkohol zu gleichen Theilen härten, dann mit einem der genannten Farbstoffe färben.

B. Kultur.

1. Fleischwasseragar: (0,5 Prozent Kochsalz, 1 Prozent Pepton). Schwach alkalisch, nicht trocken, zu Platten ausgegossen oder in weiten Reagenzgläsern schräg erstarrt; Temperaturoptimum etwa 30°.

Anzuwenden bei Blut und anderem möglichst reinen Untersuchungsmateriale.

2. Blutserum nach Löffler: Rinderserum mit dem 4. oder 5. Theile einer 1 Prozent Traubenzucker enthaltenden alkalisirten Peptonbouillon in weiten Röhrchen schräg oder in Platten erstarrt.

Anzuwenden wie Agar.

3. Fleischwassergelatine: (0,5 Prozent Kochsalz, 1 Prozent Pepton). Schwach alkalisch, Plattengiessen oder Ausstrich auf der Oberfläche der erstarrten Platte.

Anwendung in jedem Falle erforderlich, besonders werthvoll bei Material, das mikroskopisch andere Bakterien neben Pestbazillen enthält, z. B. Sputum, Urin, Koth, Leichentheile.

Bei stark verunreinigtem Material ist die Züchtung auf Gelatine bei niederer Temperatur (Eisschrank) zu versuchen.

Aus den Originalausstrichen sind die Pestbazillen rein zu züchten und Reinkulturen derselben auf Agar oder Löfflerschem Blutserum zur Nachprüfung aufzubewahren.

Zur genaueren Bestimmung einer auf den unter 1 bis 3 genannten Nährböden aus verdächtigem Materiale gezüchteten Kultur dient Prüfung auf Beweglichkeit (unbeweglich), Färbung nach Gram (Entfärbung), Züchtung auf Agar mit 3 Prozent Kochsalzgehalt (zur Darstellung der Involutions- und Degenerationsformen), in schwach alkalischer Bouillon (zur Darstellung der Ketten), eventuell Gährungsprobe (keine Gasentwickelung); Thierversuch siehe C; Agglutinationsprobe siehe D.

C. Thierversuch

(nur in den vorschriftsmässig eingerichteten Pestlaboratorien vorzunehmen).

1. Zur Erleichterung der Diagnose: Impfung von Ratten. Die Impfung geschieht durch Einspritzung von Gewebssaft unter die Haut oder Einbringung eines Stückchens des verdächtigen Materials in eine Hauttasche unter antiseptischen Kautelen. Bei stark verunreinigtem Ausgangsmaterial ist daneben die Verimpfung auf die unverletzte Konjunktiva und die Verfütterung vorzunehmen.

Neben den Ratten können auch Meerschweinchen benutzt werden. Die Impfung derselben geschieht am besten durch Einreiben des zu untersuchenden Materials auf die rasirte Bauchhaut.

2. Zur Bestimmung einer aus verdächtigem Materiale gezüchteten Reinkultur: Impfung von Ratten.

Die Versuchsthiere sind am zweckmässigsten in hohen, in Wasserdampf sterilisirbaren Glasgefäsen mit Drahtumhüllung und fest anschliessendem Drahtdeckel mit Watteabschluss unterzubringen. Die Kadaver sind durch Verbrennen oder Auflösen in konzentrirter Schwefelsäure zu vernichten, beziehungsweise durch längere Einwirkung von Wasserdampf sicher unschädlich zu machen, die infizirten Käfige mit den Streumaterialien und Futterresten durch Wasserdampf zu sterilisiren.

Die verendeten Thiere sind unter Beobachtung peinlicher Vorsichtsmassregeln gegen Verspritzen des Materials zu seziren. Blut, Milz, Drüsensaft, Peritonealexsudat sind mikroskopisch und kulturell zu untersuchen.

D. Agglutinationsprobe.

1. Zur Bestimmung einer gezüchteten Kultur: Wirksames Serum immunisirter Thiere wird in den entsprechenden Verdünnungen zu einer frisch bereiteten möglichst homogenen Aufschwemmung zweitägiger Agarkulturen in Bouillon oder Kochsalzlösung hinzugefügt. Die Beobachtung der eintretenden Agglutination erfolgt am besten in kleinen Reagenzgläschen mit Hülfe der Lupe. Es empfiehlt sich, die Probe mit dem Serum gut durchzuschütteln und dann bei Bruttemperatur $^1/_2$ Stunde lang ruhig stehen zu lassen. Positiver Ausfall der Reaktion — an dem Auftreten zu Boden sinkender Flöckchen mit Klärung der überstehenden Flüssigkeit erkennbar — spricht mit grösster Wahrscheinlichkeit für Pestbazillen.

2. Zur Prüfung des Blutserums eines unter verdächtigen Erscheinungen erkrankt gewesenen Menschen: In Verdünnung des Serums 1 : 1, 1 : 2, 1 : 5, 1 : 10, in 0,6 prozentiger Kochsalzlösung wird je eine Oese einer zweitägigen Agarkultur von Pestbazillen auf 1 ccm der Serummischung gut vertheilt und gut umgeschüttelt. Die so hergestellten Proben werden, wie bei 1 angegeben, weiter behandelt. Tritt makroskopisch sichtbare Agglutionation auf, so handelt es sich mit grösster Wahrscheinlichkeit um einen abgelaufenen, in Rekonvalescenz befindlichen Pestfall. Ein negativer Ausfall der Probe spricht nicht gegen die Diagnose Pest.

(II. Theil folgt).

Bibliographie.

Abel, Zur Kenntniss des Pestbacillus (Centralbl. für Bakteriologie Bd. 21, p. 497).

Albrecht und Ghon, Ueber die Beulenpest in Bombay im Jahre 1897 Gesammtbericht der von der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien zum Studium der Beulenpest nach Indien entsandten Kommission. Theil II C. Wien 1900.

Aufzeichnung über die am 19. und 20. Oktober 1899 im Kaiserlichen Gesundheitsamte abgehaltene wissenschaftliche Besprechung über die Pestfrage (Deutsche medizinische Wochenschrift 1899, Nr. 46, Sonderbeilage).

Bandi La pneumonie pesteuse experimentale (Revue d'Hygiène Bd. 21, p. 797).

Batzaroff, La pneumonie pesteuse expérimentale (Annales de l'Institut Pasteur Bd. 13, S. 385).

Bitter, Report of the Commission sent by the Egyptian Government to Bombay to study plague. Cairo 1897.

Gaffky, R. Pfeiffer, Sticker und Dieudonné, Bericht über die Thätigkeit der zur Erforschung der Pest im Jahre 1897 nach Indien entsandten Kommission (Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte Bd. 16).

Gottschlich, Ueber wochenlange Fortexistenz lebender virulenter Pestbacillen im Sputum geheilter Fälle von Pestpneumonie (Zeitschrift für Hygiene Bd. 32, p. 402).

—, Die Pestepidemie in Alexandrien im Jahre 1899 (dieselbe Zeitschrift Bd. 35).

Hankin and B. H. F. Leumann, A Method of rapidly Identifying the Microbe of Bubonic Plague (Centralbl. für Bakteriologie Bd. 22, p 438).

Hewlett R. T., The bacillus of bubonic plague (Transactions of the British Institute for preventive medicine; first series p. 137)

Kitasato, Preliminary notice of the bacillus of bubonic plague. Hongkong 1894. Lancet 1894.

Klein E, Ein Beitrag zur Morphologie und Biologie des Bacillus der Bubonenpest (Centralbl. für Bakteriologie Bd. 21, p. 897).

Koch R., Reiseberichte. Berlin, Springer 1898 (S. 390).

Kolle, Zur Bakteriologie der Beulenpest (Deutsche medizin. Wochenschrift 1897, p. 146).

—, Bericht über die Thätigkeit in der zu Studien über Pest eingerichteten Station des Instituts für Infektionskrankheiten 1899/1900 (Zeitschr. für Hygiene und Infektionskrankh. Bd. 36). Konnte im Text nicht mehr berücksichtigt werden, da während der Drucklegung dieser Arbeit erschienen.

Kossel und Frosch, Ueber die Pest in Oporto (Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte, Bd. 17).

Lignières, Contribution à l'étude des septicémies hémorrhagiques. Buenos Ayres 1900.

London, Les oiseaux sont-ils sensibles à la peste bubonique (Archives des sciences biolog. St. Petersburg t. 6).

Matzuschita, Die Einwirkung des Kochsalzgehalts des Nährbodens auf die Wuchsformen der Mikroorganismen (Zeitschrift für Hygiene Bd. 35).

Sata A., Experimentelle Beiträge zur Aetiologie und pathologischen Anatomie der Pest (Archiv für Hygiene Bd. 37, 1900).

Skschivan, Zur Morphologie des Pestbakteriums (Centralbl. für Bakteriologie Bd. 28).

Stewart C. B., The bacteriological diagnosis of plague (Brit. medical Journal vol. 2, 1899, p. 807).

Vagedes, Ueber die Pest in Oporto (Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamte Bd. XVII).

Weichselbaum, Albrecht und Ghon, Ueber Pest (Wiener klin. Wochenschrift No. 50, 1899).

Wilm, Ueber die Pestepidemie in Hongkong im Jahre 1896 (Hygienische Rundschau Bd. 7, p. 217, 285).

Wladimiroff und Kresling, Zur Frage der Nährmedien für den Bacillus der Bubonenpest und sein Verhalten zu niederen Temperaturgraden (Deutsche medizin. Wochenschr. 1897, p. 430).

Wyssokowitsch und Zabolotny, Recherches sur la peste bubonique (Annales de l'Institut Pasteur t. 11, p. 663).

Yersin, La peste bubonique à Hongkong (Annales de l'Institut Pasteur 1894).

Zabolotny, Sur les propriétés agglutinantes du serum dans la peste bubonique (Comptes rendus de la société de biologie 1897, p. 520).

—, Recherches sur la peste (Archives des sciences biologiques de St Petersbourg Vol. VIII).

Eine Milzbrandinfektion durch Ziegenhaare.

Von

Dr. **L. Heim,**

a. o. Professor und Direktor des hygienisch-bakteriologischen Instituts der K. Universität Erlangen.

Von dem k. Bezirksarzte in Dinkelsbühl Herrn Dr. Federschmidt erhielt ich am 7. April d. J. ein Hautstückchen aus der Wange einer 17jährigen Pinselarbeiterin von der Grösse etwa eines Pfennigstückes und von einigen Millimetern Dicke eingewickelt in Guttaperchapapier, das mit Sublimatlösung befeuchtet gewesen war. Der nachgesandten Krankheitsgeschichte zufolge hatte das Mädchen die erste Erscheinung in Gestalt eines etwa stecknadelkopfgrossen Bläschens am 1. April bemerkt; es arbeitete am 3. April in der Fabrik, obwohl die rechte Wange bereits in Schwellung begriffen war, die sich unter Fieber und Schmerzen demnächst über den Hals verbreitete, während sich an der Infektionsstelle oberhalb der Mitte des untern Randes des rechten Unterkiefers eine Blase in der Grösse eines 5 Pfennigstückes gebildet hatte; in ihrer Mitte war eine Delle und die Haut schwarz verfärbt; aus dieser schwärzlichen Hautpartie träufelte trübe seröse Flüssigkeit. Temp. 40,0°, Puls 110. Noch am Abend des 4. April wurde die kranke Hautstelle in Narkose ausgeschnitten und der Grund der Wunde mit dem Paquelin verschorft. Nach einem späteren Berichte war zunächst die Schwellung und das Fieber nur vorübergehend etwas zurückgegangen; am 7. April, an welchem Tage die Temperatur am Morgen noch 39,5° und der Puls 100 betrug, wurde rings um den Hautdefekt mit einer Pravazschen Spritze eine Sublimatlösung 1 : 1000 eingespritzt, worauf bereits Abends eine Abnahme der Temperatur auf 37,5° und des Pulses auf 76 erfolgte. Später trat keine Steigerung mehr ein und die Geschwulst ging zurück; doch bestand noch eine bretthart Infiltration des Unterhautzellgewebes für längere Zeit; Ende April war sie noch nicht verschwunden, auch der Brandschorf noch nicht völlig abgestossen. Die umgebenden Lymphdrüsen waren niemals vergrössert zu fühlen gewesen.

Das nach Erlangen gesandte Hautstückchen konnte nicht sofort in Untersuchung genommen werden, da ich mich gerade in Berlin befand. Am 9. April suchte ich beim stellvertretenden Präsidenten des Kaiserlichen Gesundheitsamtes um die Erlaubniss nach, die Untersuchung dort ausführen zu dürfen. Herrn Geheimen Regierungsrath Röckl beehre ich mich für die ertheilte Bewilligung auch an dieser Stelle den

ergebensten Dank auszusprechen, ferner Herrn Regierungsrath Professor Dr. H. Kossel, dem Vorstande der bakteriologischen Abtheilung, für die bereitwillige Aufnahme in seinem Laboratorium.

Am 10. April traf vom k. Bezirksamte in Dinkelsbühl noch eine Probe von Ziegenhaaren ein, mit denen die Erkrankte gearbeitet hatte; sie wurde noch an demselben Tage in Angriff genommen.

1. Untersuchung des Hautstückchens vom erkrankten Menschen.

Nachdem das Stückchen in mehrere Theilchen zerschnitten worden war, wurde ein grösseres einem Meerschweinchen, zwei kleinere je einer weissen Maus unter die Haut geschoben; von den übrigen wurden mit geglühter Pinzette Stückchen herausgenommen und zur strichförmigen Aussaat auf Agar und Gelatine benutzt, endlich mikroskopische Präparate angelegt und mit Löfflers Blau gefärbt.

Die Durchmusterung mit der Oelimmersion liess bereits das Vorhandensein von Milzbrandbazillen mit der allergrössten Wahrscheinlichkeit, um nicht zu sagen mit Gewissheit erkennen. Wie nach allen bisherigen Erfahrungen zu erwarten war, sahen die Stäbchen und Scheinfäden degenerirt aus. Gesättigt blau tingirte Stäbchen, bezw. kurze Verbände mit den geradlinigen Abschnitten waren immerhin selten vorhanden, theils ohne sichtbare Kapsel, theils mit einer schmalen Rosa-Zone. Häufiger waren die breiteren Bazillen und Scheinfäden, die ganz schwach rosa oder nur blassblau bis fast farblos und oft gequollen aussahen, entweder ohne weiteres Merkmal im Innern oder mit helleren Stellen, oder mit feinsten blauen Pünktchen oder aber mit grösseren stärker blau gefärbten, mehr oder weniger rundlichen Gebilden, bald reichlicher aneinander gereiht, bald mehr vereinzelt, kurz man sah alle Uebergänge von gefärbten bis zu fast farblosen, wie ausgelaugt erscheinenden Stäbchen oder Scheinfäden. Letztere massen meist nicht mehr als 30—40 μ in der Länge, häufiger waren die kürzeren Formen.

Die Besichtigung der bis zum andern Tage im Brutschranke gehaltenen Schälchen ergab das Vorhandensein verschiedener Ansiedelungen, darunter auf der ersten Schale etwa 30, die nach ihrer Grösse, ihrem Aussehen und im mikroskopischen Bilde vollkommen denen der Milzbrandbazillen entsprachen. Auf den Gelatineplatten war um diese Zeit noch wenig Charakteristisches zu erkennen, in der Folge machte sich in den Impfstrichen Verflüssigung bemerkbar, in der goldgelbe Kolonien von Traubenkokken lagen. Nach diesem Befunde richtete sich das Augenmerk auf die milzbrandverdächtigen Ansiedelungen der ersten Agarschale, von denen einige auf schräg erstarrte Agarröhrchen abgeimpft wurden. Eine von einer so gewonnenen Kultur infizirte Maus starb zwei Tage danach. Indessen war zunächst der Befund nicht der erwartete; denn Ausstriche von den inneren Organen enthielten so gut wie keine Bazillen, erst nach längerem Suchen fanden sich im Herzblute drei kurze, an einander hängende Stäbchen mit ganz schwacher Andeutung der für Milzbrand charakteristischen Kapseln. Hingegen zeigte ein Abstrich von der Impfstelle reichliche Milzbrandbazillen mit ihren

rosafarbenen, theilweise unscharf konturirten Hüllen, sowie viel Rosa-Detritus, wie er eben bei Milzbrand vorkommt[1]).

Die aus den Organen dieser Maus gefertigten Ausstriche auf Nähragar lieferten nur vereinzelte Kolonien, am meisten noch der Ausstrich aus der Lunge; nicht alle Ausstriche waren Reinkulturen von Milzbrandbazillen.

Den bekannten typischen Befund lieferte erst eine von der Impfstelle dieses Thieres abgeimpfte zweite Maus; sie erlag mit vielen Bazillen in den Organen bereits am nächsten Tage, während eine weitere mit fast $^2/_3$ der Milz des ersten Thieres infizirte Maus mit den Erscheinungen des Oedems auf der Impfseite am dritten Tage starb; auch sie hatte viele Bazillen mit typischen Rosakapseln und ausgelaugte Rosa-Milzbrandbazillen in allen Organen. Die Verzögerung des Verlaufs der Infektion beruhte vermuthlich auf der geringeren Anzahl der eingeführten Keime. Als nicht uninteressanten Nebenbefund möchte ich noch anfügen, dass eine von der Maus gewonnene Kultur mit Kokken verunreinigt war, die die Milzbrandbazillen derart beeinträchtigten, dass sie im mikroskopischen Präparate ausgesprochene Degenerationserscheinungen aufwiesen, auf Gelatine zu einer Zeit, wo normale Kolonien schon einige Millimeter Grösse erreicht hatten, noch kein Wachsthum zeigten und für die Maus eine verminderte Virulenz besassen, d. h. es waren grössere Mengen zur tödtlichen Infektion erforderlich.

Sohin war mit wünschenswerther Sicherheit erst am 13. oder, wenn man will, am 14. April die Milzbranddiagnose gesichert. Denn von den drei mit Theilen des ausgeschnittenen Hautstückchen unmittelbar geimpften Thieren war keines zu Grunde gegangen; sie blieben auch in der Folge am Leben. Es bildeten sich bei ihnen an der Impfstelle Abszesse, in deren Eiter Traubenkokken in grosser Zahl nachweisbar waren.

2. Untersuchung der Probe von Ziegenhaaren.

Da von der Verimpfung und Aussaat einzelner Haare oder Haarbüschel kaum ein Erfolg zu erwarten war, wurde ein Theil des Materials, etwa je eine Handvoll Haare mit einer sterilen Pinzette in zwei grosse Kolben übertragen, worin sich je ein Liter Nährbouillon befand. Der eine der beiden Kolben wurde in ein warmes Wasserbad gesetzt, mit einem Thermometer versehen, und, als dieses 80° zeigte, bei dieser Temperatur etwa 25 Minuten belassen. Der andere Kolben blieb unerhitzt. Hierauf wurden beide Kolben gründlich geschüttelt, um die Haare möglichst gut abzuschwemmen, und kamen dann bis zum nächsten Tage in den Brutschrank. Zuvor aber wurde auf den Vorschlag des Herrn Regierungsrathes Dr. Kossel ein Theil beider Waschwässer, etwa je 30 ccm, der elektrisch betriebenen Centrifuge übergeben; dieser Maassnahme war der erhaltene positive Ausfall zu danken. Von dem durch etwa 25 Minuten lange Ausschleuderung erhaltenen Bodensatze wurde aus jedem Röhrchen ein Meerschweinchen und eine Maus geimpft: alle vier Thiere blieben am Leben. Ferner wurde aus dem

[1]) Die Beschreibung und Deutung dieser Bilder habe ich in meiner Arbeit: „Zur Milzbrandinfektion", Archiv für Hygiene Bd. 40 S. 55 niedergelegt.

Bodensatze des erhitzten Kolbens auf eine Agarplatte ausgestrichen (ein Ausstrich aus dem andern Röhrchen unterblieb).

Am andern Tage zeigte die Bouillon in beiden Kolben, wie zu erwarten war, reichliche Entwickelung, die nicht erhitzt gewesene Probe eine dichte Kahmhaut, die die Haare an der Oberfläche völlig überzog. Unter diesen Umständen war ein Erfolg wenig wahrscheinlich; thatsächlich keimten auch nach der Aussaat, die dem Verhalten der Milzbrandbazillen in Bouillon entsprechend möglichst vom Boden genommen wurde, auf Agar viele Bakterien aus. In der nicht erhitzten Probe war keine an die gesuchten Keime erinnernde Kolonie zu sehen, wohl aber in der erhitzten, aber derart überwuchert von anderen Rasen, speziell Bazillen mit Köpfchensporen, dass es nicht leicht erschien, schon mit der ersten Abimpfung eine Reinkultur zu gewinnen. Eine Maus, der von einer solchen verdächtigen Kolonie etwas unter die Haut gebracht worden war, blieb gesund. Die abgeimpften Keime erwiesen sich bei weiterer Prüfung ebenfalls nicht als solche von Milzbrand, obwohl die Kolonien auf der Agarplatte grosse Aehnlichkeit mit ihnen hatten.

Sehr zahlreiche, an Milzbrand erinnernde Ansiedelungen waren dagegen allenthalben aus den auf Agar angelegten Ausstrichen vom ausgeschleuderten Bodensatze des nicht bebrüteten Waschwassers gewachsen. Zunächst war ich darüber nicht erstaunt, denn ich war auf das Auftreten milzbrandähnlicher Kolonien vorbereitet durch die Erinnerung an eine frühere Untersuchung von milzbrandverdächtigen Borsten aus derselben Fabrik, wobei die Aussaaten aus der ebenfalls auf 80° erhitzten, dann aber einen Tag bebrüteten Waschbouillon, jedoch ohne Centrifugirung bethätigt worden waren.

Von allen den milzbrandverdächtigen Kolonien, die schon im Klatschpräparate sehr für Milzbrand sprechende Bazillenschlieren zeigten, wurden drei auf Agarröhrchen übertragen und mit einer eine Maus geimpft. Dieses Thier war bereits andern Tags todt mit zahlreichen Stäbchen im Blute und in den Organen, die mit ihren rosafarbenen Kapseln und ihrem ganzen Aussehen nach nichts anderes sein konnten als Milzbrandbazillen. Nachdem die drei abgeimpften Kolonien angegangen waren, wurde von jeder eine Maus geimpft, alle drei starben an Milzbrandinfektion, nur nicht zu gleicher Zeit, sondern jede um einen Tag später als die andere, die erste bereits binnen 24 Stunden. Aussaaten der gewachsenen Kolonien und von den gestorbenen Mäusen auf Agarplatten lieferten wieder typische Milzbrandansiedelungen, die sich in Bouillon und auf Gelatine (Platten wie Ausstrichen), übrigens auch im Thierversuch am Meerschweinchen, vollkommen wie Milzbrand verhielten. Sämmtliche vier abgeimpfte Kolonien enthielten also echte Milzbrandbazillen.

3. Schlussbetrachtungen.

Die beschriebenen Untersuchungen haben Momente ergeben, die nach verschiedenen Richtungen hin belehrend und massgebend sein können.

1. Man darf sich bei einer Untersuchung eines auf Milzbrand verdächtigen Materials nicht mit dem Thierversuche begnügen, sondern man muss immer auch Aussaaten anlegen, selbstverständlich vornehmlich auf brutbeständige Nährböden. Im

vorliegenden Falle hat der Thierversuch beidemale versagt, obwohl die gesuchten Krankheitserreger in allem Anschein nach nicht geringer Menge vorhanden waren. H. Kossel[1]) hat einen von ihm exspektativ mit Erfolg behandelten und bakteriologisch untersuchten Anthrax am rechten Unterkieferwinkel beschrieben, bei dem der Inhalt der Pustel und Abgeschabtes vom Grunde der Epidermisblase zur Besäung von Agarplatten und zur Impfung einer Maus verwendet wurde; die Maus starb erst am 4. Tage, aber am 2. Tage waren die Milzbrandbazillen, wenn auch vereinzelt, bereits in der Kultur gefunden worden. Also auch hier war die Kultur dem Thierversuch überlegen gewesen. Damit soll freilich nicht gesagt sein, dass der Thierversuch unterbleiben soll, im Gegentheil, er darf nicht versäumt werden, wenn auch unsere Thiere, Meerschweinchen und Mäuse, sowohl die mit Hautstückchen, als auch die mit dem Centrifugenschlamm aus der erwärmten Waschbouillon geimpften sämmtlich am Leben geblieben sind.

Die Milzbrandbazillen werden offenbar sowohl durch Körpersäfte, als auch durch konkurrirende Mikroorganismen geschädigt. Welchen Einfluss Blut und Körperzellen auf Milzbrandbazillen, die sich darin entwickelt haben, äussern, habe ich in einer seit über Jahresfrist fortgeführten Versuchsreihe studirt und vorläufig in einer Veröffentlichung über Blut, Körperzellen und Bakterien[2]) erwähnt. Dass man mit dem Nachweise der fraglichen Keime im menschlichen Körper auch bei der Leiche unter Umständen Schwierigkeiten hat, ist schon lange bekannt. Hier kommt noch hinzu, dass das Hautstückchen erst $4^1/_2$ Tage nach der Herausschneidung zur Untersuchung gelangte; die Befeuchtung des einhüllenden Guttaperchapapiers mit Sublimatlösung könnte vielleicht einen nachtheiligen Einfluss gehabt haben, gross ist er aber, wie ich vermuthe, nicht gewesen. Für eine erfolgte Benachtheiligung der allerdings möglicherweise von Haus aus weniger kräftig gewesenen Milzbrandkeime durch andere Kleinwesen, die übrigens nichts Neues ist, spricht der am Schlusse des ersten Abschnittes erwähnte Befund.

2. Wenn man voraussetzen kann, dass die Keime in einem zu untersuchenden Materiale in Sporenform enthalten sind, empfiehlt es sich nicht nur, es erscheint sogar nothwendig, durch zweckentsprechende Erwärmung die ganze Reihe etwa vorhandener vegetativer Zellen zu vernichten, um eine Anzahl, und wahrscheinlich ist es die grössere, der das Ergebniss beeinträchtigenden Keime auszuschalten. Dieses Vorgehen gestattet eine viel grössere Menge auf einmal zu verarbeiten und hatte für uns den ferneren Vortheil, dass durch die warme Waschbouillon ersichtlich mehr Bestandtheile von den Haaren losgelöst wurden. Ich glaube nicht, dass es unbedingt erforderlich ist, Bouillon zu nehmen; wenn augenblicklich nicht so grosse Mengen vorrätig sind, wird man wahrscheinlich auch mit warmem Wasser zum Ziele kommen, nur würde ich zur Beförderung der Ablösung des Schmutzes noch etwas Soda zusetzen, und zwar, um eine desinfektorische Wirkung zu vermeiden, analog der Zusammensetzung der Bouillon 10 ccm Normalsodalösung auf den Liter. Unterdessen kann man Bouillon bereiten

---

[1]) Charité-Annalen Bd. 22 S. 793.
[2]) Münchener medizinische Wochenschrift 1901 Nr. 18. S. 700.

für eine zweite Portion des zu untersuchenden Materials, um es doch mit einer Anreicherung zu versuchen.

3. Die Anreicherung hat sich in meinen allerdings noch nicht zahlreichen Versuchen nicht besonders bewährt. Gerade die milzbrandähnlichen Keime wurden dadurch in den Vordergrund gebracht; sie alle abzuimpfen, um die echten zu bekommen, kann unter Umständen eine umfängliche Arbeit geben.

4. In Zukunft wird man nicht versäumen dürfen, die Centrifuge zu benützen, wo sie zur Verfügung steht. Wie gesagt haben wir je etwa 30 ccm der Waschbouillon ohne vorhergegangene Bebrütung der elektrischen Centrifuge übergeben. Diese Menge aus einem Liter hat vollkommen genügt, um viele Milzbrandkeime auszuschleudern. Wer über eine solche Kraft nicht verfügt, wird sich auch mit einer durch Wasser getriebenen Centrifuge behelfen können. Deren Gläschen fassen zwar nur kleinere Quantitäten, aber man kann seinen Zweck dadurch erreichen, dass man die überstehende Flüssigkeit abgiesst, von neuem Waschbouillon auffüllt und dies 2 bis 3 mal wiederholt. Ich habe so ganz schöne Niederschläge binnen etwa einer Stunde bei der Verarbeitung von sogen. Fehehaaren, Kasaner Schweifen und Haaren von einem Bärenfell erzielt, die mir im Anschlusse an die obigen Untersuchungen übersandt worden waren. Milzbrandkeime fanden sich daran nicht.

Während die bisher aufgezählten Punkte nur bakteriologisch-technischer Natur waren, kommen schliesslich noch zwei weitere von praktischer Wichtigkeit in Betracht, nämlich:

5. Zum ersten Male ist es gelungen, die Milzbrandkeime, die man an dem in der Fabrik verarbeiteten Materiale vermuthet hatte, einwandfrei mit Hülfe des Züchtungsverfahrens aufzufinden. Die Fälle, in denen sie an Haaren oder Borsten überhaupt nachgewiesen worden sind, sind recht spärlich; ich finde in der Litteratur nur zwei positive Ergebnisse:

M. Gruber gelangte bei Ross- und Büffelhaaren auf einem etwas weitläufigen Wege zum Ziele; er versuchte es ebenfalls mit der Sedimentirung aus erwärmten Waschwässern und zwar nach den Beispielen der Wasserreinigung mit Alaun- oder Eisenvitriollösung und nachheriger Zugabe von Soda bis zur eben erkennbaren alkalischen Reaktion. Da jedoch die Verimpfung der Niederschläge bei fast allen Mäusen den Tod durch obligat oder fakultativ anaërobische Bazillen zur Folge hatte, galt es letztere möglichst auszuschalten. Gruber schwemmte deshalb die Niederschläge in Bouillon auf, liess die Sporen der Anaërobier in Buchner'schen Pyrogallolröhren zu vegetativen Keimen auswachsen und hierauf an drei aufeinanderfolgenden Tagen eine einstündige Erhitzung auf 60—70 ° wirken, nachdem ausprobirt war, dass Milzbrandsporen bei Ausschluss von Sauerstoff nicht auskeimen. Die Niederschläge wurden schliesslich Mäusen unter die Rückenhaut gespritzt. Auf diese Weise gelang es, in Material aus sechs verschiedenen Orten zweimal die gesuchten Keime zu finden, und zwar starben in dem einen Falle von vier, in dem andern von acht geimpften Thieren je zwei am 3. oder 4. Tage nach der Impfung an Milzbrand [1]).

---

[1]) Das österreichische Sanitätswesen 1896 Nr. 7 und 8, S. 60.

G. Frank[1]) erhob den gedachten Befund gelegentlich seiner Desinfektionsversuche an absichtlich mit Sporen imprägnirten Borsten, auch an solchen, die nicht mit ihnen überzogen waren. Das Material war aus einem offenen Laden in Wiesbaden bezogen worden und stammte nicht vom Thiere: es waren Pflanzenfasern.

6. Der Nachweis von Milzbrandkeimen an Ziegenhaaren erhebt das, was bisher nur Vermuthung war, zur Thatsache. Man hat der Möglichkeit der Infektion durch sie vielleicht deshalb keinen erheblichen praktischen Werth beigemessen, weil Ziegen im Gegensatze zu anderen Thieren nicht besonders häufig von Milzbrand befallen sind; in Deutschland wenigstens, um das Beispiel zu wählen, das Kübler in seiner Abhandlung über die Milzbrandgefahr bei Bearbeitung thierischer Haare und Borsten gebracht hat[2]), waren im Jahre 1895 unter 3897 an Milzbrand eingegangenen Thieren nur 3 Ziegen.

Der Erlass des Herrn Reichskanzlers betreffend die Einrichtung und den Betrieb der Rosshaarspinnereien, Haar- und Borstenzurichtereien, sowie der Bürsten- und Pinselmachereien vom 28. Januar 1899 bestimmt in § 1 die vorschriftsmässige Desinfektion für die aus dem Auslande stammenden Pferde- oder Rinderhaare, Schweinsborsten und Schweinswolle. Es wird nicht zu umgehen sein, dass in diese Reihe künftighin auch die Ziegenhaare aufgenommen werden, dass also die genannte Vorschrift Anwendung finden soll auf alle Anlagen, in denen Pferde-, Rinder- oder Ziegenhaare, Schweinsborsten oder Schweinswolle zugerichtet oder zu Krollhaaren versponnen werden, oder in denen unter Anwendung solcher Materialien Bürsten, Besen oder Pinsel hergestellt werden.

Erlangen, den 30. April 1901.

---

[1]) Münchener medizinische Wochenschrift 1899, S. 282.

[2]) Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte Bd. 15, S. 456.

Die Erfolge der Freiluftbehandlung bei Lungenschwindsucht.

(Nach dem aus den Lungenheilstätten eingegangenen Material bearbeitet im Kaiserlichen Gesundheitsamte.)

Berichterstatter: Regierungsrath **Dr. Engelmann.**

Einleitung.

Die nachstehende Bearbeitung der Heilstättenstatistik erfolgte im Anschluss an die früheren gleichartigen, in den „Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamt" Band 15 S. 302 ff. veröffentlichten Untersuchungen. Zur Verwendung gelangte, wie vordem, das aus der Mehrzahl der deutschen Lungenheilstätten dem Kaiserlichen Gesundheitsamte fortlaufend zugehende Zählkartenmaterial. Ein Muster der Zählkartenformulare ist im Anhang beigefügt.

Im Grossen und Ganzen bezogen sich die Beobachtungen[1]) auf die von Anfang 1899 bis Mitte 1900 aus der Behandlung entlassenen Kranken; nur für die Heilstätte Ruppertshain und einige kleinere Anstalten wurde eine Anzahl von Zählkarten aus dem Jahre 1898, welche bei der früheren Bearbeitung nicht mehr berücksichtigt werden konnten, diesmal mit herangezogen.

Die überraschenden Erfolge der Freiluftbehandlung, welche schon in der vorigen Bearbeitung der Heilstättenstatistik zahlenmässig zur Anschauung gebracht werden konnten, hatten in den letzten Jahren des verflossenen Jahrhunderts die Anregung zum Bau einer grossen Anzahl neuer Heilstätten gegeben. Am Ende des Jahres 1899, also ungefähr in der Mitte des Berichtszeitraumes befanden sich im deutschen Reiche nach den Erhebungen des Gesundheitsamts im Ganzen 49 Lungenheilanstalten mit zusammen rund 4000 Betten im Betrieb; ihre Zahl ist inzwischen noch ansehnlich gewachsen[2]).

Für die Berichtszeit lag Untersuchungsmaterial aus 31, im Abschnitt 1 namentlich aufgeführten Lungenheilstätten, Genesungsheimen und Kurorten vor. Die betreffenden Zählkarten bezogen sich ausschliesslich auf Kranke, welche mindestens 6 Wochen lang in Behandlung befindlich oder innerhalb der ersten 6 Wochen nach der Aufnahme in einer Anstalt daselbst gestorben waren; mit geringen, unten näher bezeichneten Ausnahmen handelte es sich stets, auch bei dem aus „Genesungsheimen" und Luftkurorten eingegangenen Material, um lungenkranke wenn auch nicht immer tuberkulöse Personen.

Ein so verschiedenartig zusammengesetztes Zählungsmaterial wie das vorliegende

---

[1]) mit Ausnahme der über die Erfolgsdauer angestellten Untersuchungen, welche naturgemäss zum Theil auf die in einem früheren Zeitpunkt Entlassenen Bezug hatten.

[2]) im Frühjahr 1901 auf 60 mit insgesammt 5000 Krankenbetten.

kann der Natur der Sache nach ein vollkommen gleichwerthiges nicht sein. Abgesehen von dem Umstand, dass manche Anstalten von einem nach Herkunft und sozialen Verhältnissen, mitunter auch nach der Schwere der Erkrankung von dem übrigen durchaus verschiedenen Krankenpublikum besucht zu werden pflegen, kommt auch bei der Beantwortung der auf den Zählkarten verzeichneten Fragestellungen stets der wissenschaftliche Standpunkt des Beobachters, bisweilen auch die Sorgfalt, welche er vielleicht zeitweise in geringerem Maasse als sonst auf die Ausfüllung der betreffenden Spalten verwendet hat, in mehr oder weniger verschiedener Weise zum Ausdruck. In Rücksicht hierauf erschien es geboten, mindestens bei manchen Einzeluntersuchungen auf die Verwendung des gesammten ungleichwerthigen wenn auch umfangreicheren Materials zu verzichten und hierzu lieber eine etwas kleinere Anzahl von zuverlässigen Beobachtungen heranzuziehen.

I. Die Heilstätten.

Für die Bearbeitung kam das Zählkartenmaterial aus den nachstehenden Lungenheilstätten, Genesungsheimen und Luftkurorten in Betracht:

1. Heilstätte Loslau. Errichtet von dem Heilstättenverein für Lungenkranke im Reg.-Bez. Oppeln;
2. Dr. Weicker's Krankenheim für Lungenkranke in Görbersdorf (Schlesien);
3. Dr. Brehmer's Heilanstalt für Lungenkranke in Görbersdorf (Schlesien);
4. Volksheilstätte Albertsberg. Errichtet vom Verein zur Gründung und Unterhaltung von Volksheilstätten im Königreich Sachsen;
5. Heilanstalt für Lungenkranke in Reiboldsgrün (Königreich Sachsen);
6. Volksheilstätte Grabowsee bei Oranienburg. Errichtet vom Volksheilstättenverein des Rothen Kreuzes;
7. Volksheilstätte Vogelsang für lungenkranke Frauen. Errichtet vom Provinzialverband Vaterländischer Frauenvereine für die Provinz Sachsen;
8. Genesungshaus Königsberg bei Goslar. Errichtet von der Landesversicherungsanstalt Hannover;
9. Heimstätte Albrechtshaus bei Stiege. Errichtet von der Landesversicherungsanstalt Braunschweig;
10. Heilstätte Oderberg. Errichtet von der Landesversicherungsanstalt der Hansestädte;
11. Heilstätte Glückauf für weibliche Lungenkranke. Errichtet von der Landesversicherungsanstalt der Hansestädte;
12. Knappschaftsheilstätte Sülzhayn. Errichtet von der Norddeutschen Knappschafts-Pensionskasse in Halle a. S.;
13. Dr. Pintschovius' Heilanstalt zu Altenbrak im Harz;
14. Sophien-Heilstätte bei Berka. Errichtet vom Patriotischen Institut der Frauenvereine im Grossherzogthum Sachsen;
15. Heilstätte Ruppertshain im Taunus. Errichtet vom Reconvalescentenverein in Frankfurt a. M.;

16. **Heilstätte Dannenfels.** Errichtet von der Badischen Anilin- und Sodafabrik in Ludwigshafen a. Rh.;
17. **Heilstätte Oberkaufungen.** Errichtet vom Vaterländischen Frauenverein in Kassel;
18. **Heilstätte Engelthal** bei Hersbruck. Errichtet vom Heilstättenverein in Nürnberg;
19. **Bezirksspital in Bonndorf** (Württemberg);
20. **Erholungsheim in Neustädtle.** Errichtet vom Ortskrankenkassenverband in Stuttgart;
21. **Heilanstalt für Lungenkranke bei Schömberg** (Württemberg);
22. **Sanatorium St. Blasien** (Baden);
23. **Reconvalescentenanstalt bei Oberölkhofen.** Errichtet vom Sanitätsverband für München und Umgegend;
24. **Städtisches Sanatorium bei München-Harlaching;**
25. **Volksheilstätte Planegg.** Errichtet vom Oberbayerischen Heilstättenverein in München;
26. **Kurort Sülzhayn** im Harz;
27. **Kurort St. Andreasberg** im Harz;
28. **Bad Rehburg** (Provinz Hannover);
29. **Kurort Altweier** (Elsass-Lothringen);
30. **Kur- und Wasserheilanstalt Pullach** bei München;
31. **Bad Wartenberg** (Oberbayern).

Zur Erleichterung der Uebersicht sind in den folgenden Zusammenstellungen die Kur- und Badeorte sowie diejenigen Heilstätten, aus welchen für die Berichtszeit weniger als je 30 Zählkarten eingegangen waren[1]), in zwei besondere Gruppen „Kurorte“ bezw. „Verschiedene Anstalten“ zusammengezogen worden.

2. Die Kranken. Krankheitserscheinungen und Heilerfolge im Einzelnen.

Anzahl der Kranken; Vertheilung derselben nach Anstalten.

Für die Berichtsperiode lag ein Untersuchungsmaterial von insgesammt 6509 verwendbaren Zählkarten vor. Dieselben betrafen **6273 Kranke**; 227 von diesen hatten sich zweimal, 3 dreimal und 1 Person viermal der Behandlung unterzogen. Ihre Vertheilung nach den einzelnen Heilstätten u. s. w. erhellt aus der nachstehenden Tabelle (S. 145).

Mehr als drei Viertel der Behandelten waren demnach von Organen der Invalidenversicherung in Pflege gegeben worden. Die von den Landesversicherungsanstalten für Hannover, Braunschweig und die Hansestädte bezw. von der Norddeutschen Knappschafts-Pensionskasse erbauten und unterhaltenen Lungenheilstätten Königsberg, Stiege, Oderberg, Glückauf und Sülzhayn waren nur mit Versicherten besetzt, ebenso bezogen sich die von Reiboldsgrün, Altenbrak, Schömberg, Harlaching, von der Mehrzahl der in der Gruppe „verschiedene Anstalten“ zusammengezogenen Heilstätten und von sämmtlichen Kurorten eingesandten Zählkarten ausschliesslich auf Angehörige von Versicherungsanstalten. Einen besonders hohen Prozentsatz von Kranken der

[1]) Im Ganzen 5, nämlich Oberkaufungen, Engelthal, Bonndorf, Neustädtle und Oberölkhofen.

letztgenannten Kategorie zeigten noch die Sophienheilstätte (94,3 %), Vogelsang (84,4 %), Albertsberg (83,0 %), die Weicker'sche Anstalt (79,2 %) und Planegg (77,6 %).

Ganz oder vorwiegend von Privatpatienten besucht waren nach dem vorliegenden Material St. Blasien und die Brehmer'sche Anstalt in Görbersdorf. Die von Krankenkassen, Berufsgenossenschaften, Wohlthätigkeitsvereinen u. s. w. den Anstalten überwiesenen Kranken machten zusammen nur 8,9 % der Gesammtzahl aus.

	Zahl der in Betracht gezogenen Kranken	Die Kosten der Behandlung trugen			
		die Behandelten selbst oder ihre Familien bei	Landesversicherungs-Anstalten oder besondere Kasseneinrichtungen bei	Krankenkassen oder Berufsgenossenschaften bei	Wohlthätigkeitsvereine, Lehrherren, andere nicht zur Familie der Kranken gehörende Personen bei
Loslau	291	63	161	57	10
Weicker'sche Anstalt	1 391	164	1 102	110	15
Brehmer'sche „	293	246	37	4	6
Albertsberg	394	23	327	25	19
Reiboldsgrün	51	—	51	—	—
Grabowsee	366	32	258	45	31
Vogelsang	45	2	38	—	5
Königsberg	176	—	176	—	—
Stiege	87	—	87	—	—
Oderberg	672	—	672	—	—
Glückauf	132	—	132	—	—
Sülzhayn	348	—	348	—	—
Altenbrak	95	—	95	—	—
Sophienheilstätte	366	6	345	14	1
Ruppertshain	793	194	475	64	60
Dannenfels	37	—	—	35	2
Schömberg	36	—	36	—	—
St. Blasien	80	80	—	—	—
Harlaching	66	—	66	—	—
Planegg	352	35	273	43	1
Kurorte	122	—	122	—	—
Verschiedene Anstalten	80	2	68	8	2
Zusammen	6 273	847	4 869	405	152

Geschlecht der Kranken.

Von den 6273 Kranken der Berichtsperiode waren 5059 oder 80,6 (in dem vorigen Berichtszeitraum 80,7) % männlichen und 1214 oder 19,4 (19,3) % weiblichen Geschlechts. Ausschliesslich männliche Pfleglinge zählten nach den eingesandten Karten Loslau, Albertsberg, Grabowsee, Königsberg, Albrechtshaus bei Stiege, Oderberg, Sülzhayn, Altenbrak, Planegg, Bonndorf, Neustädtle, Oberkaufungen und Engelthal; Vogelsang und Glückauf waren nur von Lungenkranken weiblichen Geschlechts besucht, Reiboldsgrün hatte 50 Zählkarten für weibliche Kranke und nur 1 für einen männlichen Kranken eingeschickt. Verhältnissmässig stark vertreten waren brust kranke Frauen noch in Harlaching (mit 87,9 %), sodann in der Weicker'schen Anstalt

(38,3 %), in St. Blasien (35,0 %), der Brehmer'schen Anstalt (31,7 %), in Ruppertshain (27,0 %) und den Kurorten (durchschnittlich mit 26,2 %).

Alter der Kranken.

Angaben über das Lebensalter waren bei 6210 Personen gemacht. Von diesen waren alt

weniger als 15	Jahre	19	oder	0,3 %	(im vorigen Berichtszeitraum	0,3 %)
15—20	„	693	„	11,2 „	(„ „ „	11,0 „)
20—30	„	2793	„	45,0 „	(„ „ „	45,4 „)
30—40	„	1794	„	28,9 „	(„ „ „	27,8 „)
40—50	„	740	„	11,9 „	(„ „ „	12,1 „)
50—60	„	165	„	2,7 „	(„ „ „	3,0 „)
mehr als 60	„	6	„	0,1 „	(„ „ „	0,4 „)

Die prozentuale Besetzung der einzelnen Altersklassen war also fast ganz die gleiche wie in der vorigen Berichtsperiode; dass ebenso wie früher beinah drei Viertel der Verpflegten im arbeitskräftigsten Lebensalter von 20 bis 40 Jahren standen, erklärt sich zum Theil daraus, dass die überwiegende Mehrheit der Kranken Angehörige von Versicherungsanstalten waren. In den ganz oder fast ganz von Kranken aus den wohlhabenderen Ständen besuchten Heilstätten war die Altersgliederung insofern etwas anders, als die ersten 3 Altersklassen relativ stärker besetzt waren, als in den übrigen Anstalten; die entsprechenden Verhältnisszahlen stellten sich hier auf 0,8, 13,2 und 48,0 %. Tuberkulöse Kinder hatten nach dem vorliegenden Material vereinzelt in zusammen 8 Heilstätten Aufnahme gefunden; nur eine Anstalt, Ruppertshain, hatte eine etwas grössere Zahl derartiger Kranken (7) aufzuweisen.

Soziale Verhältnisse der Kranken.

Ueber die bisherigen Lebensverhältnisse sind bei 4844 Verpflegten Angaben gemacht worden. Bei 2721 oder 56,2 % derselben waren die sozialen Verhältnisse als günstig, bei 1536 oder 31,7 % als mittelmässig und bei 587 oder 12,1 % als schlecht bezeichnet und zwar bei 212 von diesen mit der näheren Angabe, dass die Betreffenden unter mangelhaften Wohnungs- oder Ernährungsverhältnissen zu leiden hatten. Bei 22 war Trunksucht als Ursache der schlechten häuslichen Verhältnisse genannt.

Berufseinfluss.

Die Betrachtung der auf die Frage 5 der Zählkarten „etwaiger Einfluss des Berufs“ eingegangenen Antworten, obschon solche nur in einem kleineren Theil der Fälle erfolgt waren, ist in mancher Beziehung nicht ohne Interesse.

Bei 1095 oder mehr als der Hälfte der in Betracht zu ziehenden 2161 Personen wurde die Entstehung der Krankheit auf andauernde, durch den Beruf bedingte Staubeinathmung zurückgeführt, und zwar

bei 431 auf die Einwirkung von „Staub“ ohne nähere Bezeichnung,
„ 182 „ „ „ „ Metallstaub,
„ 129 „ „ „ „ Stein-, Kohlen- oder Glasstaub,
„ 116 „ „ „ „ Holzstaub,
„ 111 „ „ „ „ Wollstaub,
„ 126 „ „ „ „ anderen organischen Staubarten.

Die Beschäftigung in rauchigen oder mit chemischen Gasen erfüllten Arbeitsräumen soll auf 81 Personen schädigend eingewirkt haben; bei 253 war die Erkrankung angeblich die Folge von sitzender Lebensweise und gebeugter Körperhaltung verbunden mit dem Aufenthalt in dumpfigen Werkstätten, Schulzimmern oder Büreaus, bei 313 die Folge von allgemein schwächenden Momenten, wie schwerer Arbeit namentlich des Nachts bei ungenügender Ernährung, unregelmässiger Lebensweise (bei Handlungsreisenden u. s. w.), Ausschweifungen, früheren Verletzungen durch Betriebsunfälle, schweren Entbindungen und dergleichen. Berufsarten, welche die in ihnen Beschäftigten den Unbilden der Witterung oder wie bei Heizern, Bäckern und Köchen, der Einwirkung strahlender Hitze oder schroffem Temperaturwechsel aussetzen, sollen bei 236 Personen befördernd auf den Ausbruch der Erkrankung gewirkt haben. Durch Ansteckung in Lungenheilstätten, Krankenhäusern oder überhaupt durch den berufsmässigen Verkehr mit Tuberkulösen hatten 12 Personen die Krankheit erworben. Schliesslich war bei 171 in der Knappschaftsheilstätte Sülzhayn behandelten Tuberkulösen als schädigendes Moment die „Arbeit im Bergwerk oder in Gruben“ ohne sonstige nähere Bestimmung angegeben.

Erblichkeit.

Unter den vielfach unbestimmt gehaltenen Antworten auf die Frage nach der erblichen Belastung wurden nur diejenigen berücksichtigt, aus welchen sich mit Sicherheit erkennen liess, dass die Grosseltern, Eltern oder Geschwister des betreffenden Kranken an Lungenschwindsucht gelitten hatten oder noch litten. Es ergab sich, dass von den 6273 Verpflegten 2177 = 34,7 % unmittelbar belastet oder durch Infektion in der Familie tuberkulös geworden waren.

Dauer der Krankheit vor der Aufnahme.

Ueber den Beginn der Erkrankung war bei 5984 Verpflegten berichtet. Von ihnen sind vor dem Eintritt in die Behandlung erkrankt gewesen:

kürzer als 1 Jahr	2984	oder	49,9 %	(im vorigen Berichtszeitraum 48,3 %)
zwischen 1 und 2 Jahre	1075	„	18,0 „	(„ „ „ 18,1 „)
„ 2 „ 3 „	646	„	10,8 „	(„ „ „ 10,6 „)
„ 3 „ 4 „	369	„	6,2 „	(„ „ „ 6,6 „)
„ 4 „ 5 „	247	„	4,1 „	(„ „ „ 3,8 „)
„ 5 „ 6 „	159	„	2,7 „	(„ „ „ 3,2 „)
„ 6 „ 7 „	113	„	1,9 „	(„ „ „ 2,1 „)
„ 7 „ 8 „	81	„	1,4 „	(„ „ „ 2,1 „)
„ 8 „ 9 „	64	„	1,1 „	(„ „ „ 1,1 „)
„ 9 „ 10 „	56	„	0,9 „	(„ „ „ 0,7 „)
„ 10 „ 15 „	118	„	2,0 „	(„ „ „ 2,0 „)
länger als 15 „	72	„	1,2 „	(„ „ „ 1,4 „)

In nahezu der Hälfte der Fälle handelte es sich also um Erkrankungen von weniger als einjähriger Dauer. Der Prozentsatz an derartigen, noch am Ersten Erfolg versprechenden Fällen war im Ganzen etwas höher als in der vorigen Berichtsperiode. Besonders reich an frischen Erkrankungsfällen waren, wie die nachstehende Uebersicht

zeigt, neben den Kurorten und einigen in der Rubrik „verschiedene Anstalten" zusammengefassten Heilstätten noch Dannenfels, Planegg, die Sophienheilstätte, Ruppertshain, St. Blasien, Altenbrak und Albertsberg.

Von je 100 in der betr. Anstalt[1]) Verpflegten waren vor weniger als Jahresfrist erkrankt in:

Loslau	49,3	Sülzhayn	47,5
d. Weicker'schen Anstalt	46,2	Altenbrak	51,6
d. Brehmer'schen Anstalt	45,3	d. Sophienheilstätte	58,7
Albertsberg	50,5	Ruppertshain	55,0
Reiboldsgrün	38,8	Dannenfels	91,9
Grabowsee	45,5	Schömberg	36,1
Vogelsang	47,2	St. Blasien	53,8
Königsberg	47,5	Planegg	58,7
Stiege	45,0	d. Kurorten	53,3
Oderberg	45,2	verschiedenen Anstalten	69,6
Glückauf	44,7	überhaupt	49,9

Die Bestimmung der Zeit des Krankheitsanfanges beruht auf den aus der Erinnerung geschöpften subjektiven Wahrnehmungen des betreffenden Kranken. In der Regel werden demselben gewisse Krankheitssymptome, wie Schwäche, Abmagerung, Husten, Blutspeien u. dergl., zuerst bemerkbar geworden sein. Der wirkliche Beginn der Erkrankung ist daher wohl durchweg früher anzusetzen, als oben angegeben.

Dauer der Behandlung.

Die 6 257 Kranken, über welche in dieser Hinsicht Mittheilungen vorlagen, befanden sich zusammen während 577 915 Tagen oder ein jeder derselben im Durchschnitt 92,4 Tage lang in Behandlung. Wie aus der folgenden Tabelle ersichtlich ist, war der Aufenthalt der Kranken in Dannenfels, St. Blasien, Grabowsee, Reiboldsgrün, Harlaching und Albertsberg von besonders langer Dauer; durchschnittlich am kürzesten bemessen war er in Schömberg und den Luftkurorten.

Name der Anstalt etc.	Durchschnittliche Behandlungsdauer in Tagen	Name der Anstalt etc.	Durchschnittliche Behandlungsdauer in Tagen
Loslau	90,5	Sülzhayn	89,1
Weicker'sche Anstalt	82,8	Altenbrak	81,0
Brehmer'sche Anstalt	97,1	Sophienheilstätte	84,3
Albertsberg	100,9	Ruppertshain	89,9
Reiboldsgrün	119,8	Dannenfels	202,6
Grabowsee	135,9	Schömberg	72,1
Vogelsang	89,7	St. Blasien	149,6
Königsberg	80,7	Harlaching	114,3
Stiege	84,2	Planegg	95,2
Oderberg	83,3	Kurorte	77,1
Glückauf	88,7	verschiedene Anstalten	89,1
		im Durchschnitt	92,4

Gruppirt man die Verpflegten, abgesehen von den vor Ablauf der 6. Aufenthaltswoche in der Anstalt Verstorbenen, nach längeren Kurperioden (Wochen), so hatten

[1]) Harlaching ist nicht aufgeführt, da hier von 66 Zählkarten 58 ohne bezügliche Angaben waren.

von je 100 während der diesmaligen (der vorigen) Berichtszeit Behandelten in Heilstätten oder Kurorten verweilt:

zwischen 6 und 8 Wochen	10,3	(14,3)
„ 8 „ 10 „	10,7	(15,1)
„ 10 „ 12 „	23,7	(17,5)
„ 12 „ 14 „	28,5	(21,4)
„ 14 „ 16 „	8,7	(8,3)
„ 16 „ 18 „	6,5	(7,0)
„ 18 „ 20 „	3,7	(3,3)
„ 20 „ 26 „	4,8	(5,9)
„ 26 „ 32 „	1,4	(2,8)
länger als 32 „	1,6	(3,9)

Die grössere Hälfte der Kranken (52,2 %) war sonach einer mittleren Kurdauer von 10 bis 14 Wochen d. h. rund 3 Monaten theilhaftig geworden; im vorigen Berichtszeitraum hatte die entsprechende Verhältnisszahl nur etwa 38 betragen. Damals war annähernd ein Drittel der Pfleglinge zwischen 6 und 10 Wochen in Behandlung gewesen, diesmal wenig mehr als ein Fünftel. Ebenso wie von der kürzeren Kurdauer scheint neuerdings auch von einem überlangen Aufenthalt in den Heilstätten (von mehr als 8 Monaten hintereinander) mehr wie früher Abstand genommen zu werden, indem diesmal im Verhältniss fast dreimal weniger Patienten als in der vorigen Periode länger als 32 Wochen in Heilanstalten verweilten.

Allgemeinbefinden und Ernährungszustand.

Gesammtsumme der Kranken	Das Allgemeinbefinden war:					
		gut bei	mittelmässig bei	schlecht bei	Angaben fehlten bei	gestorben sind
6273	bei der Aufnahme	2031=32,4%	2538=40,5%	1666=26,5%	38=0,6%	
	bei der Entlassung	4622=73,7% (darunt. b. 270 „sehr gut“)	1198=19,1%	291=4,6%	131=2,1%	31=0,5%

Gesammtsumme der Kranken	Der Ernährungszustand war:					
		gut bei	mittelmässig bei	schlecht bei	Angaben fehlten bei	gestorben sind
6273	bei der Aufnahme	1316=21,0%	3346=53,3%	1562=24,9%	49=0,8%	
	bei der Entlassung . . .	3850=61,4% (darunt. b. 221 „sehr gut“)	1923=30,7%	329=5,2%	140=2,2%	31=0,5%

In einer Zunahme des Körpergewichts kam der Einfluss der Anstaltsbehandlung auf die Besserung des Ernährungszustands der Kranken folgendermassen

zum Ausdruck. Unter den 6273 Verpflegten zeigten beim Ablauf der Kur 303 keine Zunahme oder eine Gewichtsverminderung, 31 waren während der Behandlung gestorben, bei 129 fehlten die betreffenden Angaben.

Die übrigen 5810 hatten zusammen um 33414 kg oder ein Jeder durchschnittlich um **5,8** kg an Körpergewicht zugenommen.

Lungenbefund. Tuberkelbazillen.

Angaben über den Lungenbefund lagen im Ganzen bei 6044 Verpflegten vor. Von dieser Zahl waren 58 Personen in Abzug zu bringen, welche wegen chronischen Bronchialkatarrhs, abgelaufener Pleuritis oder lediglich aus prophylaktischen Gründen Anstaltsbehandlung genossen hatten. Eine Anzahl von Zählkarten berichtet ausserdem noch von Krankheitsfällen, bei denen höchstwahrscheinlich Tuberkulose gleichfalls nicht vorgelegen hat, die aber von den übrigen nicht ausgesondert werden konnten, da Untersuchungen auf Tuberkelbazillen hier entweder nicht angestellt oder die Untersuchungsergebnisse nicht mitgetheilt worden sind, der Charakter der Krankheit auch aus den Angaben über den physikalischen Befund mit Sicherheit nicht festzustellen war. Besonders reich an derartigen zweifelhaften Fällen, welche zumeist mit der Krankheitsbezeichnung „leichter Katarrh einer Spitze", „Lungenkatarrh", „Spitzen suspekt" oder Aehnlichem eingetragen sind, waren einzelne ganz oder vorzugsweise von Versicherungsanstalten beschickte Heilstätten.

Für die zusammenfassende Bearbeitung der in Betracht kommenden 5986 Einzelangaben war es erforderlich, das vorliegende Material nach dem Grade der in jedem Falle festgestellten Erkrankung in verschiedene Gruppen einzuordnen und zwar wurden nach dem Vorgange von Turban, Weicker und Anderen drei Stadien unterschieden [1]). Das I. Stadium umfasst die Fälle von einseitigem oder doppelseitigem Spitzenkatarrh, von Infiltration einer Spitze oder von leichter Dämpfung höchstens eines Lungenlappens oder zweier halben Lappen. Als II. Stadium wurden diejenigen Fälle betrachtet, bei welchen Infiltration einer Spitze mit ausgedehnter Bronchitis und Peribronchitis, Infiltration beider Spitzen oder ausgesprochene umschriebene Dämpfung eines ganzen Lappens oder zweier halben Lappen vorlag. Das III. Stadium begreift alle Erkrankungen in sich, die über II hinausgingen. Es ergab sich nun folgendes Bild:

Von den 5986 Verpflegten standen	bei der Aufnahme	bei der Entlassung
im I. Stadium	2200 oder 36,7%	2631 oder 44,0% = + 431
„ II. „	2350 „ 39,3 „	1841 „ 30,7 „ = — 509
„ III. „	1436 „ 24,0 „	1024 „ 17,1 „ = — 412
Der Zustand war normal oder fast ganz normal bei		441 „ 7,4 „
Gestorben sind		31 „ 0,5 „
Angaben fehlten bei		18 „ 0,3 „
	5986 „ 100,0 „	5986 „ 100,0 „

[1]) Von einer mehr ins Einzelne gehenden Gliederung des Materials nach Krankheitsformen, wie sie bei der vorigen Bearbeitung der Heilstättenstatistik durchgeführt war, musste diesmal abgesehen werden, zum Theil wegen der Ungleichwerthigkeit der betreffenden Angaben, theils weil einige Berichterstatter bei Ausfüllung der Rubrik „Lungenbefund" in den Zählkarten sich überhaupt auf die Mittheilung des „Stadiums" beschränkt hatten.

Von sämmtlichen Zugangsfällen gehörte also beträchtlich mehr als ein Drittel dem I. Stadium an. Diese leichteren Erkrankungsformen, zu denen der überwiegende Theil der Fälle zu rechnen ist, bei welchen Tuberkulose wahrscheinlich nicht vorlag, waren am stärksten in Oderberg, Königsberg und Loslau vertreten, wo sie 77,1 bezw. 68,0 und 62,6 % aller Fälle ausmachten, ferner in Harlaching (57,6 %), der Mehrzahl der „verschiedenen Heilstätten" (durchschnittlich 55,1 %), Vogelsang (44,4 %) und der Sophienheilstätte (43,8 %). Die beiden Heilstätten, welche ganz oder vorwiegend von Privatpatienten besucht waren, hatten vergleichsweise viele Erkrankungen des III. Stadiums aufzuweisen, nämlich die Brehmer'sche Anstalt 62,1, St. Blasien 31,2 %; zahlreiche Fälle von vorgeschrittener Tuberkulose (46,4 bezw. 37,3 %) zählten noch die Knappschaftsheilstätte Sülzhayn und Planegg.

Aus der vorstehenden Uebersicht geht weiter hervor, dass die Zahl der Krankheitsfälle in allen Gruppen, ausgenommen der ersten, bei der Entlassung erheblich geringer war als bei der Aufnahme; bei 7,4 % der Verpflegten waren beim Abschluss des Heilverfahrens krankhafte Veränderungen an der Lunge nicht mehr nachzuweisen.

Die innerhalb einer und derselben Gruppe vorgekommenen Veränderungen im Lungenbefund können zahlenmässig nicht zum Ausdruck gebracht werden; sehr häufig dokumentirte sich die während der Behandlung eingetretene Besserung durch Nachlass der begleitenden katarrhalischen Erscheinungen.

Die Art, wie sich bei einem Theil der in Betracht gezogenen Kranken im Verlaufe der Behandlung der Uebergang aus einem Stadium in ein anderes vollzog, erhellt aus der nachstehenden Tabelle. Die 6 ersten Spalten derselben enthalten die Zahl der Uebergänge aus einem höheren Stadium in ein niedrigeres, d. h. in Besserung oder in Wiederherstellung (0); in den 6 letzten Spalten sind die Umwandlungen leichterer Krankheitsformen in schwerere sowie die in jedem Stadium eingetretenen Todesfälle verzeichnet.

III in II	III in I	III in 0	II in I	II in 0	I in 0	I in II	I in III	I in Tod	II in III	II in Tod	III in Tod
389	48	3	804	52	385	20	5	1	47	3	27

Im Ganzen waren also während der Dauer der Behandlung bei 1784 der 5986 Fälle objektiv nachweisbare Veränderungen festzustellen und zwar bei 1681 oder 28,1 % ins Bessere oder in Heilung[1]) und bei 72 ins Schlimmere; von den 31 in den Heilstätten Verstorbenen hatten bei der Aufnahme 27 im III., 3 im II. und nur 1 im I. Stadium der Krankheit gestanden. Besonders häufig waren die Uebergänge aus einem Stadium in das nächst niedrige bezw. das nächst höhere, also von III in II, von II in I und von I in II, von II in III.

Der Übergang in volle Genesung hatte sich wie natürlich am Häufigsten bei den

[1]) In Heilung allein bei 441 oder 7,4 %, vgl. auch weiter oben.

leichteren Krankheitsformen des I. Stadiums vollzogen, doch war auch bei nicht wenigen Fällen des II. und sogar bei einigen des III. Stadiums ein vollständiges oder so gut wie vollständiges Schwinden des lokalen Krankheitsprozesses festzustellen.

Die günstigen Erfolge, welche die Anstaltsbehandlung gerade bei den Kranken des I. Stadiums von vornherein aufzuweisen hatte, mussten nothwendig die Veranlassung geben, die Tuberkulösen möglichst frühzeitig den Heilstätten zuzuführen. In diesem an und für sich durchaus gerechtfertigten Bestreben ist man offenbar mitunter zuweit gegangen, indem man Kranke in Behandlung gab, welche höchstwahrscheinlich nicht tuberkulös waren, dieselben also ohne zwingenden Grund der für sie gewiss nicht gering anzuschlagenden Ansteckungsgefahr in den Heilstätten aussetzte. Mit Recht wird daher neuerdings auf eine genaue Auswahl der für die Heilstättenbehandlung geeigneten Fälle besonderes Gewicht gelegt.

Um in dem vorliegenden Untersuchungsmaterial die zweifelhaften Fälle namentlich des Initialstadiums von den zweifellos tuberkulösen mit einiger Sicherheit trennen zu können, wäre, wie bereits oben angedeutet ist, der Besitz von einwandfreien Angaben über das Vorkommen oder Fehlen von Tuberkelbazillen im Auswurf sehr erwünscht gewesen. Leider ist den bezüglichen Mittheilungen, soweit solche überhaupt gemacht sind, nur ein bedingter Werth zuzumessen. Einmal waren die Angaben im Einzelnen ausserordentlich verschiedenartig; in einer Heilstätte wurden beispielsweise bei 62,5 %, in zwei anderen bei 43,6 und 28,4 %, in einer vierten nur bei 1,9 % der (mit Auswurf) Aufgenommenen Bazillen gefunden [1]). Sodann war namentlich bei den zur Entlassung kommenden Kranken nicht überall kenntlich gemacht, ob der Auswurf bazillenfrei war oder ob die Prüfung auf Tuberkelbazillen unterlassen worden ist. Diese Unsicherheit des Untersuchungsmaterials wird man sich bei der Betrachtung des Folgenden vor Augen halten müssen.

Unter den 6273 Kranken waren bei der Aufnahme 476 ohne jeden Auswurf, der Untersuchung auf Tuberkelbazillen also von vornherein nicht zugängig. Bei nicht weniger als 2215 Personen fehlten die Angaben über den Bazillenbefund gänzlich oder waren so unbestimmt gehalten, dass ihre Verwerthung nicht möglich war, oder die Angaben waren insofern unvollständig (in 266 Fällen), als sie nur über den Befund bei der Aufnahme, nicht aber über den bei der Entlassung berichteten.

Von je 100 der 3582 Kranken, über welche vollständige Angaben vorlagen, hatten:

	+ Tuberkelbazillen	— Tuberkelbazillen	Gestorben sind
bei der Aufnahme	52,8	47,2	
bei der Entlassung	40,2	59,0	0,8

Von den 2157 Kranken, in deren Auswurf bei der Aufnahme in die Heilstätte Tuberkelbazillen nachgewiesen sind (von allen Kranken) waren 1669 oder 77,4 (87,7) %

[1]) Die Angaben über das Vorkommen von Auswurf waren gleichfalls äusserst schwankend; in Ruppertshain waren z. B. 98,4 % der Neuaufgenommenen damit behaftet, in der Sophienheilstätte 77,9 %, in Glückauf angeblich nur 53,8 %. Im Gesammtdurchschnitt hatten 92,4 % der Kranken Auswurf bei der Aufnahme.

als geheilt oder gebessert, 467 oder 21,7 (11,9%) als ungebessert oder verschlechtert entlassen worden und 21 oder 0,9 (0,5)% gestorben.

In den nachstehenden Uebersichten finden sich die Angaben über den Bazillenbefund aus 7 zum Theil grossen Lungenheilanstalten, in welchen die bakteriologische Prüfung anscheinend besonders vollständig und sorgsam durchgeführt war, unter Berücksichtigung der Krankheitsstadien zusammengestellt. Die Zahlenwerthe der Uebersichtsgruppe A, in welcher die Angaben aus 5 Anstalten zusammengefasst sind, weichen erheblich von denen der beiden übrigen Gruppen ab, trotzdem es sich im Ganzen um ein Krankenmaterial von annähernd gleicher Beschaffenheit handelte. In Betracht gezogen sind nur solche Kranke, hinsichtlich deren vollständige Angaben über den Bazillenbefund vorlagen und die bei der Aufnahme Auswurf hatten.

A.	Bei der Aufnahme hatten		Bei der Entlassung hatten		Gestorben waren
	Bazillen	keine Bazillen	Bazillen	keine Bazillen	
von 393 Kranken d. I. Stadiums	100 = 25,4%	293 = 74,6%	64 = 16,3%	329 = 83,7%	
„ 524 „ „ II. „	330 = 63,0 „	194 = 37,0 „	245 = 46,8 „	279 = 53,2 „	
„ 198 „ „ III. „	176 = 88,9 „	22 = 11,1 „	165 = 83,3 „	31 = 15,7 „	2 = 1,0%
von 1115 Kranken	606 = 54,4 „	509 = 45,6 „	474 = 42,5 „	639 = 57,3 „	2 = 0,2 „

	Als ungebessert od. verschlechtert wurden entlassen	Gestorben waren
von den 606 Kranken, die bei der Aufnahme Tuberkelbazillen hatten	81 = 13,4%	2
„ „ 509 „ „ „ „ „ keine „ „	10 = 2,0 „	

	bei der Aufnahme	bei der Entlassung
Von den 91 ungebessert oder verschlechtert Entlassenen hatten Tuberkelbazillen	81 = 89,0%	78 = 85,7%
Von den 1022 gebessert Entlassenen hatten Tuberkelbazillen . . .	525 = 51,4 „	396 = 38,7 „

B.	Bei der Aufnahme hatten		Bei der Entlassung hatten		Gestorben waren
	Bazillen	keine Bazillen	Bazillen	keine Bazillen	
von 127 Kranken d. I. Stadiums	12 = 9,4%	115 = 90,6%	7 = 5,5%	120 = 94,5%	
„ 110 „ „ II. „	39 = 35,5 „	71 = 64,5 „	36 = 32,7 „	74 = 67,3 „	
„ 34 „ „ III. „	26 = 76,5 „	8 = 23,5 „	23 = 67,6 „	9 = 26,5 „	2 = 5,9%
von 271 Kranken	77 = 28,4 „	194 = 71,6 „	66 = 24,4 „	203 = 74,9 „	2 = 0,7 „

	Als ungebessert od. verschlechtert wurden entlassen	Gestorben waren
von den 77 Kranken, die bei der Aufnahme Tuberkelbazillen hatten	21 = 27,3%	1
„ „ 194 „ „ „ „ „ keine „ „	11 = 5,7 „	1

	bei der Aufnahme	bei der Entlassung
Von den 32 ungebessert oder verschlechtert Entlassenen hatten Tuberkelbazillen	21 = 65,6%	23 = 71,9% (!)
Von den 237 gebessert Entlassenen hatten Tuberkelbazillen	56 = 23,6 „	43 = 18,1 „

C.	Bei der Aufnahme hatten		Bei der Entlassung hatten		Gestorben waren
	Bazillen	keine Bazillen	Bazillen	keine Bazillen	
von 38 Kranken d. I. Stadiums	6 = 15,8%	32 = 84,2%	2 = 5,3%	36 = 94,7%	
„ 163 „ „ II. „	61 = 37,4 „	102 = 62,6 „	20 = 12,3 „	143 = 87,7 „	
„ 161 „ „ III. „	91 = 56,5 „	70 = 43,5 „	46 = 28,6 „	113 = 70,2 „	2 = 1,2%
von 362 Kranken	158 = 43,6 „	204 = 56,4 „	68 = 18,8 „	292 = 80,7 „	2 = 0,5 „

	Als ungebessert od. verschlechtert wurden entlassen	Gestorben waren
von den 158 Kranken, die bei der Aufnahme Tuberkelbazillen hatten	17 = 10,8%	2
„ „ 204 „ „ „ „ „ keine „ „	7 = 3,4 „	

	bei der Aufnahme	bei der Entlassung
Von den 24 ungebessert oder verschlechtert Entlassenen hatten Tuberkelbazillen	17 = 70,8%	16 = 66,7%
Von den 336 gebessert Entlassenen hatten Tuberkelbazillen	141 = 42,0 „	52 = 15,5 „

3. Die Heilerfolge im Allgemeinen.

Aus den Antworten auf die in der letzten Spalte der Zählkarten enthaltene Fragestellung, wie sich in jedem Falle nach dem Urtheile des Berichterstatters, d. h. des Anstaltsarztes der Erfolg der Behandlung nach der wirthschaftlichen und der klinischen Seite hin gestaltet hat, war Folgendes zu entnehmen:

Ueber den Grad der bei der Entlassung vorhandenen Erwerbsfähigkeit war in zusammen 6108 Fällen[1]) berichtet worden. Es waren unter je 100 der in diesem (dem vorigen) Berichtszeitraume lebend Entlassenen

67,3 (65,7) vollständig erwerbsfähig für den alten Beruf,

7,1 (6,5) vollständig erwerbsfähig für einen anderen Beruf,

14,6 (12,8) theilweise erwerbsfähig,

11,0 (15,1) nicht erwerbsfähig.

Eine allgemeine Charakteristik des Endergebnisses der Behandlung war diesmal in 6225 Fällen[1]) gegeben.

Es sind von je 100 der in diesem (dem vorigen) Berichtszeitraum Verpflegten

87,7 (84,6) als geheilt oder gebessert[2]),

[1]) Bei 56 derselben handelte es sich zweifellos und bei einer anderen nicht näher zu bestimmenden Anzahl von Fällen wahrscheinlich nicht um Tuberkulose.

[2]) Die als „geheilt" oder als „gebessert" Entlassenen sind hier und im Folgenden gemeinsam aufgeführt, weil die beiden Begriffe von den einzelnen Berichterstattern offenbar in sehr verschiedener Weise aufgefasst wurden; einige Heilstätten wie Albertsberg, Stiege und Vogelsang hatten von der Bezeichnung „Heilung" überhaupt nicht Gebrauch gemacht.

8,8 (9,0) als ungebessert,

3,1 (3,7) als verschlechtert entlassen worden und

0,5 (2,6) mit Tode abgegangen.

Die Erfolge der Freiluftbehandlung waren also in der jetzigen Berichtsperiode in Bezug sowohl auf die wirthschaftliche als die klinische Heilung wesentlich besser als früher. Zum grössten Theil wird dies erfreuliche Ergebniss darauf zurückzuführen sein, dass diesmal eine sorgfältigere Auswahl der für die Anstaltsbehandlung geeigneten Fälle stattgefunden hatte.

Wie aus der nachfolgenden Tabelle ersichtlich ist, wichen die in den verschiedenen Anstalten erzielten Behandlungserfolge je nach der Beschaffenheit des betreffenden Krankenmaterials im Einzelnen nicht unerheblich von einander ab. Die meisten Heilungen oder Besserungen (in je mehr als 90% der berichteten Fälle) wiesen Glückauf, Vogelsang, Schömberg, Ruppertshain, Stiege, Sülzhayn, Grabowsee und Albertsberg auf; aus der Heilstätte Reiboldsgrün, von welcher diesmal nur eine beschränkte Anzahl von Zählkarten (51) vorlag, waren sogar sämmtliche Kranken als geheilt oder gebessert entlassen worden. Relativ die meisten Todesfälle ereigneten sich ausser in Dannenfels, welches schon im vorigen Berichtszeitraum unter seinem aus Arbeitern einer chemischen Fabrik zusammengesetzten Krankenmaterial eine ungewöhnlich hohe Sterbeziffer gezeigt hatte, in den ganz oder grösstentheils von Privatpatienten besuchten Heilstätten St. Blasien und Brehmer-Görbersdorf.

Von je 100 in der betreffenden Anstalt etc. Verpflegten wurden

in	als geheilt oder gebessert entlassen	als ungebessert entlassen	als verschlechtert entlassen	waren gestorben
Loslau	88,9	8,3	2,8	—
d. Weicker'schen Anstalt . .	85,7	9,7	4,1	0,5
d. Brehmer'schen „ . .	68,3	24,9	3,4	3,4
Albertsberg	95,4	3,9	0,5	0,3
Reiboldsgrün	100,0	—	—	—
Grabowsee	93,7	3,6	2,2	0,5
Vogelsang	91,1	6,7	2,2	—
Königsberg	89,8	10,2	—	—
Stiege	92,0	8,0	—	—
Oderberg	87,7	7,1	5,2	—
Glückauf	90,1	9,2	0,7	—
Sülzhayn	92,2	6,3	0,9	0,6
Altenbrak	88,4	9,5	2,1	—
Sophienheilstätte	89,2	8,0	2,5	0,3
Ruppertshain	91,9	7,0	0,8	0,3
Dannenfels	75,7	5,4	16,2	2,7
Schömberg	91,6	2,8	5,6	—
St. Blasien	87,5	7,5	2,5	2,5
Harlaching	83,9	9,7	6,4	—
Planegg	77,1	13,7	8,9	0,3
d. Kurorten	88,5	8,2	2,5	0,8
verschiedenen Anstalten . .	83,7	13,7	1,3	1,3

Die Beziehung zwischen Heilerfolg und Kurdauer konnte bei 6195 Kranken untersucht werden, deren Zählkarten nach beiden Richtungen hin Angaben enthielten. Es ergab sich hierbei Folgendes:

Es befanden sich in Behandlung	Personen	Von diesen wurden geheilt oder gebessert	wurden als ungebessert oder verschlechtert entlassen	sind gestorben[1])
zwischen 6—8 Wochen	638	465 oder 72,9 %	165 oder 25,9 %	8 oder 1,3 %
„ 8—10 „	667	528 „ 79,2 „	135 „ 20,2 „	4 „ 0,6 „
„ 10—12 „	1 467	1 346 „ 91,8 „	120 „ 8,2 „	1 „ 0,07 „
„ 12—14 „	1 768	1 630 „ 92,2 „	136 „ 7,7 „	2 „ 0,1 „
„ 14—16 „	534	489 „ 91,6 „	44 „ 8,2 „	1 „ 0,2 „
„ 16—18 „	404	358 „ 88,6 „	44 „ 10,9 „	2 „ 0,5 „
„ 18—20 „	231	205 „ 88,7 „	25 „ 10,8 „	1 „ 0,4 „
„ 20—26 „	300	261 „ 87,0 „	39 „ 13,0 „	— —
„ 26—32 „	86	75 „ 87,2 „	10 „ 11,6 „	1 „ 1,2 „
länger als 32 „	100	89 „ 89,0 „	9 „ 9,0 „	2 „ 2,0 „

Die kürzeste Behandlungsdauer von durchschnittlich 6 bis 8 Wochen hatte die schlechtesten Resultate, war also offenbar in manchen Fällen unzureichend. Im Ganzen hatte sich bei dem vorliegenden (qualitativ nicht getrennten) Untersuchungsmaterial eine Kurdauer von 10 bis 16 Wochen als die vortheilhafteste erwiesen.

Betrachtet man die allgemeinen Behandlungsergebnisse nach der Qualität der Erkrankungsfälle gesondert, so waren die ersteren, wie natürlich, bei den Initialfällen des I. Stadiums am günstigsten; aber selbst bei den vorgeschrittenen Erkrankungen des III. Stadiums war, wie aus der folgenden Uebersicht erhellt, immer noch bei annähernd drei Viertel der Fälle Besserung oder sogar Genesung zu verzeichnen (vgl. auch S. 151).

Es wurden nämlich von je 100 Kranken

	als geheilt oder gebessert entlassen	als ungebessert entlassen	als verschlechtert entlassen	Gestorben waren
des I. Stadiums . .	95,2	3,4	1,8	0,05
„ II. „ . .	89,9	6,9	3,1	0,1
„ III. „ . .	71,5	20,4	6,2	1,9

Im Nachstehenden wird schliesslich noch an einigen besonders charakteristischen Beispielen kenntlich gemacht, wie sich der Heilerfolg bei denjenigen Kranken entwickelt hat, die wiederholt in Anstaltsbehandlung gewesen sind. Es ist in manchen Fällen sehr interessant, das allmähliche Fortschreiten des Krankheitsprozesses zum Besseren oder auch zum Schlimmern zu verfolgen; leider eignet sich das vorliegende Material nicht zu einer zusammenfassenden Darstellung.

Nr. 1 liefert ein Beispiel von endgültiger Heilung eines leichteren Krankheitsfalls,

[1]) Die innerhalb der ersten 6 Wochen ihres Aufenthalts in einer Anstalt verstorbenen (9) Personen sind hier nicht berücksichtigt.

Nr. 2 ein solches von wesentlicher Besserung nach wiederholtem Besuch einer Heilstätte, Nr. 3 und 4 sind Beispiele einer in der Zeit zwischen 1. und 2. Behandlung eingetretenen Verschlimmerung und schliesslicher wesentlicher Besserung; unter Nr. 5 ist ein Beispiel von erstmaliger Besserung und nachheriger dauernder Verschlimmerung einer ursprünglich nicht besonders schweren Erkrankung angeführt.

	war in Anstaltsbehandlung	Stadium bei der Aufnahme. Tuberkelbazillen	Stadium bei der Entlassung. Tuberkelbazillen	Entlassen als
Nr. 1.	im Jahre 1898 81 Tage	II Tb —	I Tb —	gebessert
	„ „ 1899 86 „	I Tb —	0 Tb —	geheilt
Nr. 2.	im Jahre 1898 88 Tage	II Tb +	II Tb +	gebessert
	„ „ 1899 66 „	II Tb +	I Tb —	gebessert
Nr. 3.	im Jahre 1897 84 Tage	I Tb +	I Tb —	gebessert
	„ „ 1899 81 „	II Tb —	I Tb —	gebessert
Nr. 4.	im Jahre 1898 92 Tage	II Tb +	I Tb +	gebessert
	„ „ 1899 101 „	II Tb +	I Tb —	gebessert
Nr. 5.	im Jahre 1897 84 Tage	II Tb —	I Tb —	gebessert
	„ „ 1899 50 „	III Tb +	III Tb +	ungebessert, nichterwerbsfähig

4. Die Dauer des Heilerfolges.

Im Grunde ist es nicht auffallend, dass der Lungenkranke, nachdem er bei guter Ernährung und Pflege wochen- und monatelang in frischer Wald- oder Gebirgsluft gelebt hat, die Heilstätte gebessert verlässt. Wirklichen Werth wird ein derartiger Heilerfolg erst dann beanspruchen dürfen, wenn er nachweislich während einer nicht zu kurz bemessenen Zeit von Bestand geblieben ist, nachdem der Entlassene den hygienisch vielfach ungünstigeren Verhältnissen des Alltags- und Berufslebens wieder unterworfen war. Die Prüfung der Erfolgsdauer bildet daher zweifellos einen der wichtigsten Theile der Heilstättenstatistik.

Das Material zu der nachstehenden Untersuchung über die Nachhaltigkeit der Kurergebnisse ist aus einer grösseren Reihe von Einzelangaben genommen worden, welche eine Anzahl von Landesversicherungsanstalten sowie der Besitzer der Weicker'schen Heilstätte hinsichtlich der von ihnen angestellten Nachuntersuchungen und Umfragen in dankenswerther Weise zur Verfügung gestellt hatten. Da die Nachkontrole hier im Wesentlichen den Zwecken der Invalidenversicherung zu dienen bestimmt war, beschränkte sie sich zumeist auf die Feststellung der zur Zeit noch vorhandenen Erwerbsfähigkeit.

Bei der Bearbeitung des eingegangenen Materials wurde in der Weise verfahren, dass zunächst die Dauer des Zeitraumes zwischen Abschluss des Heilverfahrens und Nachuntersuchung in jedem Einzelfalle möglichst genau bestimmt wurde. Leider war es nicht möglich, diese Zwischenzeit auf kürzere als halbjährige Perioden zu reduziren, da in vielen Fällen die Angaben über den Zeitpunkt der Nachkontrolen zu unbestimmt gehalten waren („Anfang 1900," „Herbst 1899" u. s. w.). Immerhin war dieses Verfahren geeignet genauere Resultate zu liefern, als wenn nach der bisher vielfach

geübten Weise lediglich der Jahrgang der Entlassung in Betracht gezogen wäre, wobei z. B. die im Januar in Abgang gestellte Person mit der im Dezember desselben Jahres d. h. 11 Monate später entlassenen gleichgestellt wird. Die zwischen Entlassung und Nachkontrole vorgekommenen Sterbefälle, deren genauer Zeitpunkt bei Weitem nicht immer verzeichnet war, wurde durchweg mit der dieselbe Kategorie von Personen betreffenden Nachuntersuchung zeitlich in Beziehung gebracht. Nachkontrolen, welche vor Ablauf der ersten 3 Monate nach Entlassung aus der Heilanstalt stattfanden, sind nicht berücksichtigt worden; ihre Anzahl war ohnedies nicht gross.

Zum weitaus grössten Theile waren die Nachuntersuchungen, über welche Mittheilungen vorlagen, im Anfange des Jahres 1900, zum kleineren Theile im Frühjahr und Herbst 1899 angestellt worden. Sie umfassen im Ganzen **2147** Personen; die letzteren waren ausnahmslos mindestens 6 Wochen, zumeist aber beträchtlich länger in Anstaltsbehandlung gewesen und spätestens 4 Jahre nach der Entlassung der Nachkontrole unterworfen worden.

Die Ergebnisse der 2147 Nachuntersuchungen sind in den nachstehenden drei Tabellen (S. 159) zusammengestellt [1]). Die Tabelle 1 umfasst alle zur Nachkontrole vorgestellten Personen; in den beiden folgenden Uebersichten sind dieselben Personen nach dem Grade des seiner Zeit nach Ablauf der Anstaltsbehandlung festgestellten wirthschaftlichen Heilerfolgs getrennt aufgeführt und zwar in der Tabelle 2a die 1629 als erwerbsfähig Entlassenen, in der Tabelle 2b die übrigen 518 Lungenkranken, welche beim Verlassen der Anstalt zwar grossentheils als „gebessert", nebenher aber als (ganz oder theilweise) erwerbsunfähig bezeichnet waren.

Aus der Betrachtung der Tabelle 1 geht zunächst hervor, dass — wie zu erwarten war — mit der Länge der Zwischenzeit zwischen Entlassung und Nachkontrole der Prozentsatz der arbeitsunfähig Gewordenen oder Gestorbenen stetig gewachsen ist und derjenige der ganz oder theilweise erwerbsfähig [2]) Gebliebenen ebenso regelmässig abgenommen hat. Nach 6 Monaten waren nicht ganz vier Fünftel der vor dieser Zeit Entlassenen noch erwerbsfähig, nach $3^1/_2$ bis 4 Jahren umgekehrt vier Fünftel gestorben oder gänzlich erwerbsunfähig. Beim Ablauf jeder der vier ersten Beobachtungsperioden erwies sich noch mehr als die Hälfte der jedesmal zur Entlassung Gekommenen als arbeitsfähig; vom Ende des zweiten Jahres ab überwog bereits der Prozentsatz der Erwerbsunfähigen oder Gestorbenen. Zieht man die Todesfälle für sich allein in Betracht, so waren schon nach $1^1/_2$ Jahren ein Viertel, 3 Jahre nach Ablauf des Heilverfahrens aber beträchtlich mehr als die Hälfte der damals Entlassenen der Krankheit erlegen.

Die Abschätzung der vorstehenden Zahlenwerthe wird dadurch erschwert, dass zuverlässige statistische Angaben über den zeitlichen Verlauf der Tuberkulose bei

[1]) Die folgenden Zahlenangaben beziehen sich grossentheils auf Personen, welche vor Anfang 1899 aus der Behandlung entlassen waren; sie können daher mit den in den vorstehenden Abschnitten gegebenen Ziffern nicht in Vergleich gestellt werden.

[2]) Der besseren Uebersichtlichkeit wegen ist im Folgenden die Zahl der theilweise Erwerbsfähigen mit derjenigen der vollständig Erwerbsfähigen meist zusammengezogen worden (vgl. auch die vorletzte Spalte der Tabellen); die ersteren waren vergleichsweise schwach vertreten: 140 = 11,1 % der überhaupt Erwerbsfähigen.

Tabelle 1. Alle Nachuntersuchungen.

Seit der Entlassung waren vergangen	Zahl der nachuntersuchten Personen	Die Erwerbsfähigkeit war			gestorben waren in der Zwischenzeit	vollständig oder theilweise erwerbsfähig waren	nicht erwerbsfähig oder inzwischen gestorben waren
		vollständig erhalten bei	theilweise erhalten bei	aufgehoben bei			
3—6 Monate	241	175=72,6 %	12=5,0 %	49=20,3 %	5= 2,1 %	77,6 %	22,4 %
6—12 „	552	338=61,2 „	43=7,8 „	117=21,2 „	54= 9,8 „	69,0 „	31,0 „
12—18 „	488	250=51,2 „	38=7,8 „	78=16,0 „	122=25,0 „	59,0 „	41,0 „
18—24 „	293	141=48,1 „	23=7,9 „	44=15,0 „	85=29,0 „	56,0 „	44,0 „
24—30 „	258	114=44,2 „	12=4,7 „	33=12,7 „	99=38,4 „	48,9 „	51,1 „
30—36 „	165	67=40,6 „	4=2,4 „	31=18,8 „	63=38,2 „	43,0 „	57,0 „
36—42 „	120	35=29,2 „	6=5,0 „	13=10,8 „	66=55,0 „	34,2 „	65,8 „
42—48 „	30	4=13,3 „	2=6,7 „	4=13,3 „	20=66,7 „	20,0 „	80,0 „

Tabelle 2a. Nachuntersuchungen von Personen, welche seiner Zeit als **erwerbsfähig** entlassen waren.

Seit der Entlassung waren vergangen	Zahl der nachuntersuchten Personen	Die Erwerbsfähigkeit war			gestorben waren in der Zwischenzeit	vollständig oder theilweise erwerbsfähig waren	nicht erwerbsfähig oder inzwischen gestorben waren
		vollständig erhalten bei	theilweise erhalten bei	aufgehoben bei			
3—6 Monate	205	168=82,0 %	9=4,4 %	28=13,6 %	—	86,4 %	13,6 %
6—12 „	437	308=70,5 „	36=8,2 „	74=16,9 „	19= 4,4 %	78,7 „	21,3 „
12—18 „	362	233=64,4 „	29=8,0 „	52=14,4 „	48=13,2 „	72,4 „	27,6 „
18—24 „	218	131=60,1 „	19=8,7 „	28=12,8 „	40=18,3 „	68,8 „	31,1 „
24—30 „	197	110=55,8 „	11=5,6 „	27=13,7 „	49=24,9 „	61,4 „	38,6 „
30—36 „	113	61=54,0 „	3=2,6 „	21=18,6 „	28=24,8 „	56,6 „	43,4 „
36—42 „	78	30=38,4 „	4=5,1 „	8=10,3 „	36=46,2 „	43,5 „	56,5 „
42—48 „	19	3=15,8 „	1=5,3 „	2=10,5 „	13=68,4 „	21,1 „	78,9 „

Tabelle 2b. Nachuntersuchungen von Personen, welche seiner Zeit als **erwerbsunfähig** entlassen waren.

Seit der Entlassung waren vergangen	Zahl der nachuntersuchten Personen	Die Erwerbsfähigkeit war			gestorben waren in der Zwischenzeit	vollständig oder theilweise erwerbsfähig waren	nicht erwerbsfähig oder inzwischen gestorben waren
		vollständig hergestellt bei	theilweise hergestellt bei	aufgehoben bei			
3—6 Monate	36	7=19,4 %	3=8,3 %	21=58,3 %	5=13,9 %	27,7 %	72,2 %
6—12 „	115	30=26,1 „	7=6,1 „	43=37,4 „	35=30,4 „	32,2 „	67,8 „
12—18 „	126	17=13,5 „	9=7,1 „	26=20,7 „	74=58,7 „	20,6 „	79,4 „
18—24 „	75	10=13,3 „	4=5,3 „	16=21,3 „	45=60,0 „	18,6 „	81,3 „
24—30 „	61	4= 6,6 „	1=1,6 „	6= 9,8 „	50=82,0 „	8,2 „	91,8 „
30—36 „	52	6=11,5 „	1=1,9 „	10=19,2 „	35=67,3 „	13,4 „	86,5 „
36—42 „	42	5=11,9 „	2=4,8 „	5=11,9 „	30=71,4 „	16,7 „	83,3 „
42—48 „	11	1= 9,1 „	1=9,1 „	2=18,2 „	7=63,6 „	18,2 „	81,8 „

Kranken, welche keiner Heilstättenbehandlung unterworfen gewesen sind, wenigstens in grösserer Zahl bis jetzt nicht vorliegen, zu einem Vergleich also nicht herangezogen werden können. An und für sich erscheinen die Ziffern der Tabelle 1 zunächst wenig geeignet, die Nachhaltigkeit der Freiluftbehandlung in besonders glänzendes Licht zu setzen.

Wesentlich besser gestaltet sich jedoch das Bild nach Aussonderung derjenigen Personen, welche schon bei der Entlassung aus der Anstaltsbehandlung mehr oder weniger arbeitsunfähig waren, bei denen also die Aussicht auf ein Andauern der auch bei ihnen grossentheils erzielten „Besserung" von vornherein beträchtlich geschmälert war. Prüft man die Zahlenwerthe der Tabelle 2a, in welcher nur die seiner Zeit als erwerbsfähig Entlassenen berücksichtigt sind, so zeigt es sich, dass der Abfall auf weniger als die Hälfte, welcher bei dem Prozentsatz der zur Zeit der Nachuntersuchung erwerbsfähig Befundenen bei Berücksichtigung aller Fälle bereits nach Ablauf des zweiten Jahres in Erscheinung getreten war, hier erst zwischen dem dritten und vierten Jahre beginnt. Gegenüber den Fällen der Tabelle 2b ist in dieser Kategorie bei durchschnittlich mehr als dreimal soviel Personen die Erwerbsfähigkeit erhalten geblieben.

Um die Einzelunterschiede in der Erfolgsdauer bei den 3 bisher in Betracht gezogenen Kategorien von Nachuntersuchten besser kenntlich zu machen, sind im Nachstehenden die auf die Erhaltung der Erwerbsfähigkeit bezüglichen Zahlenwerthe der drei Tabellen nochmals übersichtlich zusammengestellt.

Tabelle 3.

	Es waren erwerbsfähig		
	von je 100 überhaupt Entlassenen	von je 100 als erwerbsfähig Entlassenen	von je 100 als ganz oder theilweise erwerbsunfähig Entlassenen
nach 3— 6 Monaten	77,6	86,4	27,7
„ 6—12 „	69,0	78,7	32,2
„ 12—18 „	59,0	72,4	20,6
„ 18—24 „	55,9	68,8	18,6
„ 24—30 „	48,9	61,4	8,2
„ 30—36 „	43,0	56,6	13,4
„ 36—42 „	34,2	43,5	16,6
„ 42—48 „	20,0	21,1	18,2

Ein im Einzelnen noch deutlicheres Bild von der Erfolgsdauer wird gewonnen, wenn die Ergebnisse der Nachkontrolen nach der Qualität des Beobachtungsmaterials d. h. nach dem bei den betreffenden Personen zu Beginn der Anstaltsbehandlung festgestellten Krankheitsgrade gesondert betrachtet werden.

Das hierzu verfügbare Material hatte nicht ganz den Umfang des zu den bisherigen Untersuchungen verwendeten, da bei einer Anzahl der dort hinzugezogenen Fälle Angaben über den Zustand bei den Aufnahmen nicht vorlagen; es umfasst im Ganzen 1878 Personen, hiervon waren seiner Zeit a) 1660 als gebessert und b) 218 als ungebessert entlassen worden.

a) Von den 1660 als gebessert Entlassenen hatten bei der Aufnahme in die Heilstätte 424 im ersten, 863 im zweiten und 373 im dritten Stadium der Krankheit gestanden.

Tabelle 4. Erwerbsfähig waren noch

	I. Stadium	II. Stadium	III. Stadium
nach 3— 6 Monaten	94,7 %	84,9 %	61,5 %
„ 6—12 „	89,1 „	80,3 „	56,5 „
„ 12—18 „	92,4 „	76,4 „	34,0 „
„ 18—24 „	89,1 „	60,7 „	24,1 „
„ 24—30 „	80,3 „	51,5 „	8,7 „
„ 30—36 „	63,7 „	49,2 „	14,3 „
„ 36—42 „	66,7 „	40,3 „	4,2 „
„ 42—48 „	44,4 „	16,7 „	0 „

Von den 424 Personen des ersten Stadiums, bei welchen wie natürlich die Erfolgsdauer sich am günstigsten darstellt, waren im Ganzen nur 24 — innerhalb des ersten halben Jahres nach der Entlassung keine einzige — gestorben, erwerbsunfähig geworden waren 40, bei 29 war die Erwerbsfähigkeit zur Zeit der Nachuntersuchung theilweise, bei nicht weniger als 331 vollständig erhalten. Beim Ablauf des 4. Jahres waren, wie die vorstehende Uebersicht zeigt, immer noch annähernd die Hälfte, bis zur Mitte des 4. Jahres beträchtlich mehr als die Hälfte, bis zur Mitte des 3. Jahres aber weit über drei Viertel der jeweilig Nachuntersuchten noch erwerbsfähig.

Bei geeigneter Auswahl des den Lungenheilstätten überwiesenen Krankenmaterials können also die Behandlungsergebnisse auch in Bezug auf ihre Nachhaltigkeit als zufriedenstellend angesehen werden.

Die Beobachtungsperioden des zweiten Stadiums zeigten durchweg bedeutend niedrigere Ziffern als die des ersten. Der Prozentsatz der Gestorbenen oder arbeitsunfähig Gewordenen war hier bereits vom 30. Monat ab überwiegend. Bei den Kranken des dritten Stadiums hatte der Erfolg wenigstens während des 1. Jahres in mehr als der Hälfte der in Betracht kommenden Fälle angehalten; nach $1^1/_2$ Jahren war immerhin noch rund der dritte Theil, am Schlusse des 2. Jahres der vierte Theil erwerbsfähig; unter 51 vor 2 bis 3 Jahren Entlassenen waren aber nur 6, unter 29 vor 3 bis 4 Jahren Entlassenen sogar nur 1 bei der Nachuntersuchung noch am Leben und erwerbsfähig.

b) Von den 218 als ungebessert Entlassenen hatten sich beim Beginn des Heilverfahrens 9 im ersten, 77 im zweiten und 132 im dritten Stadium der Erkrankung befunden. Bis zur Zeit der Nachkontrole waren von diesen zusammen nicht weniger als 134 = 61,5 %, von den Personen des dritten Stadiums allein sogar 64,4 %, der Krankheit zum Opfer gefallen und 23,9 bezw. 26,5 % vollständig erwerbsunfähig geworden.

Bemerkenswerth ist, dass nicht wenige der Personen, welche bei der Aufnahme in die Anstalt an den schwereren Formen der Krankheit (Stadium II und III) gelitten hatten, bei der Nachuntersuchung als vollständig erwerbsfähig befunden wurden, trotzdem

sie seiner Zeit als ungebessert und grossentheils auch mit dem Vermerk „erwerbsunfähig“ entlassen waren. Es muss sich also die beim Abschluss des Heilverfahrens ganz oder theilweise aufgehobene Erwerbsfähigkeit nicht selten später wieder hergestellt haben. (Vgl. auch die Tabellen 2b und 3.)

Man wird nicht umhin können, in dieser nachträglichen Besserung eine Wirkung der in den Heilstätten erlernten gesundheitsgemässen Lebensweise und hygienischen Gewöhnung zu erblicken.

Nachtrag.

Es ist nicht ohne Interesse, die beim Beginn der Anstaltsbehandlung nachweislich mit Tuberkelbazillen behafteten Kranken mit der Gesammtsumme der in der vorliegenden Arbeit in Betracht gezogenen Verpflegten nach einigen in den früheren Abschnitten behandelten Gesichtspunkten in Vergleich zu setzen. Die in Klammern ( ) gestellten Ziffern beziehen sich auf die letztgenannte Kategorie (Gesammtzahl der Kranken).

Lebensalter. Es waren alt

weniger als 15	Jahre	0,4	(0,3) %
15—20	„	10,8	(11,2) „
20—30	„	47,0	(45,0) „
30—40	„	26,8	(28,9) „
40—50	„	13,0	(11,9) „
50—60	„	2,0	(2,7) „
mehr als 60	„	0,1	(0,1) „.

Erblichkeit. In der Weise unmittelbar erblich belastet, dass Grosseltern, Eltern oder Geschwister nachweisbar an Tuberkulose gelitten hatten oder noch litten, waren 39,5 (34,7) %.

Dauer der Krankheit vor der Aufnahme. Vor dem Eintritt in die Behandlung sind erkrankt gewesen

kürzer als 1	Jahr	48,5	(49,9) %
zwischen 1 und 2	Jahre	20,1	(18,0) „
„ 2 „ 3	„	11,4	(10,8) „
„ 3 „ 4	„	6,1	(6,2) „
„ 4 „ 5	„	3,6	(4,1) „
„ 5 „ 6	„	2,5	(2,7) „
„ 6 „ 7	„	1,9	(1,9) „
„ 7 „ 8	„	1,1	(1,4) „
„ 8 „ 9	„	0,8	(1,1) „
„ 9 „ 10	„	0,9	(0,9) „
„ 10 „ 15	„	1,8	(2,0) „
länger als 15	„	1,1	(1,2) „.

Kaise

Vor- u
Wohn
Gebore
Beruf,
Beginn
Behan
Stelle,

Name
Numm

Unter-suchung

a.

Bei der Auf-nahme

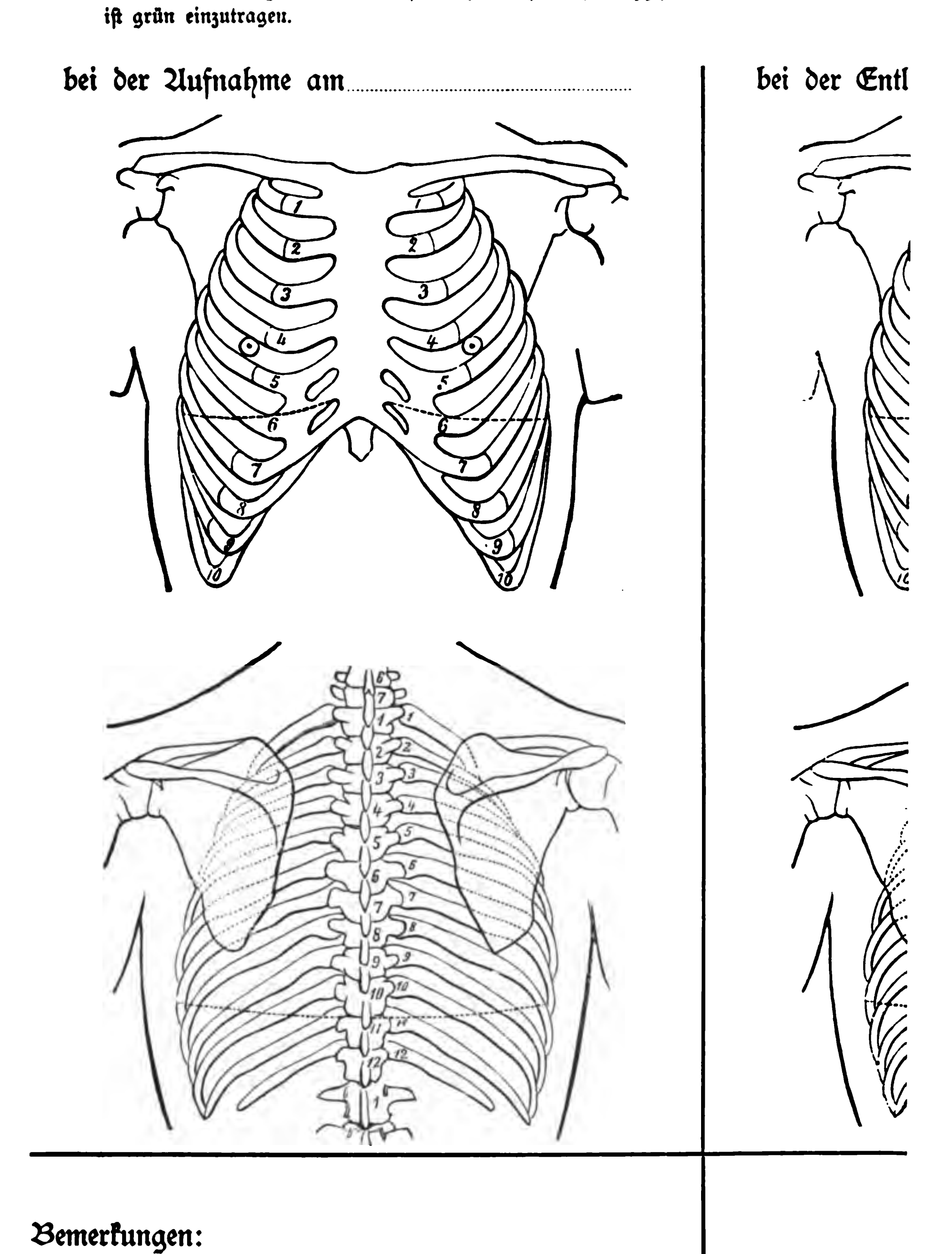
Bei der Ent-lassung

Nach der Ent-lassung 1.

do. 2.

Anm. Die Grenze etwaiger Dämpfungen ist blau,
die Grenze etwaiger Rasselgeräusche ist roth,
das Gebiet etwaiger anderer Befunde (Bronchialathmen pp.)
ist grün einzutragen.

Lun

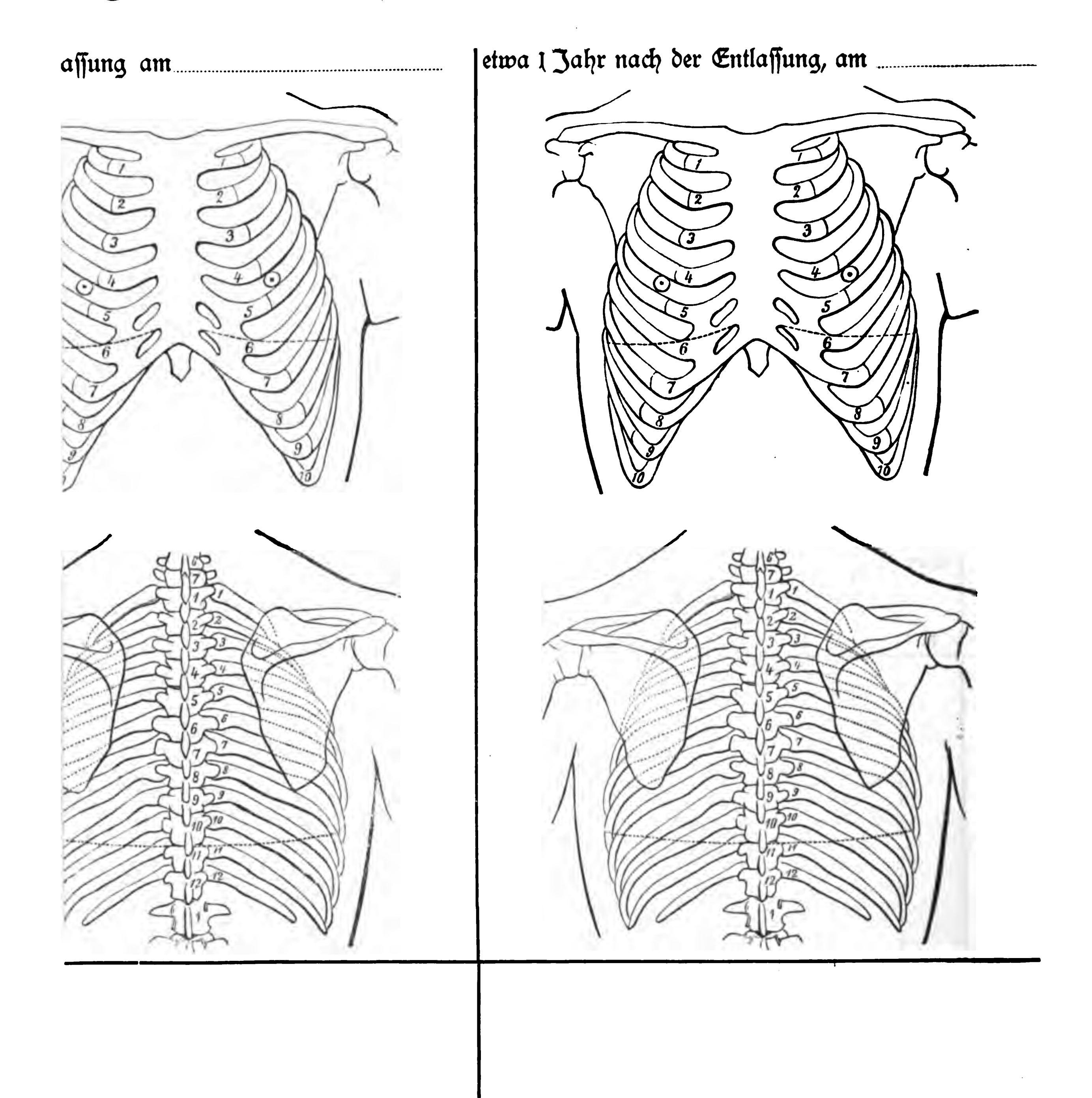


Bemerkungen:

ngenbefund

aſſung am ....

etwa 1 Jahr nach der Entlaſſung, am ....



„ 10 „ 15 „ 1,8 (2,0) „
länger als 15 „ 1,1 (1,2) „.

Das Allgemeinbefinden bei der Aufnahme war

gut	bei	28,8	(32,4) %
mittelmässig	„	42,6	(40,5) „
schlecht	„	28,4	(26,5) „;
Angaben fehlten	„	0,2	(0,6) „.

Der Ernährungszustand bei der Aufnahme war

gut	bei	17,8	(21,0) %
mittelmässig	„	46,8	(53,3) „
schlecht	„	31,1	(24,9) „;
Angaben fehlten	„	4,3	(0,8) „.

Lungenbefund. Stadium der Krankheit. Es standen bei der Aufnahme

im I. Stadium	17,7	(36,7) %
„ II. Stadium	41,2	(39,3) „
„ III. Stadium	41,1	(24,0) „.

Die Dauer der Behandlung betrug

zwischen 6	und 8	Wochen	bei	10,2	(10,3) %
„ 8	„ 10	„	„	10,3	(10,7) „
„ 10	„ 12	„	„	22,3	(23,7) „
„ 12	„ 14	„	„	21,3	(28,5) „
„ 14	„ 16	„	„	11,4	(8,7) „
„ 16	„ 18	„	„	7,8	(6,5) „
„ 18	„ 20	„	„	4,4	(3,7) „
„ 20	„ 26	„	„	7,3	(4,8) „
„ 26	„ 32	„	„	2,1	(1,4) „
länger als	32	„	„	2,9	(1,6) „.

Mittheilungen aus den deutschen Schutzgebieten.

Bericht über das Vorkommen der Framboesie und des Ringwurms auf den Marschall-Inseln und auf Nauru,

von

Regierungsarzt Dr. Bartels.

I. Framboesie.

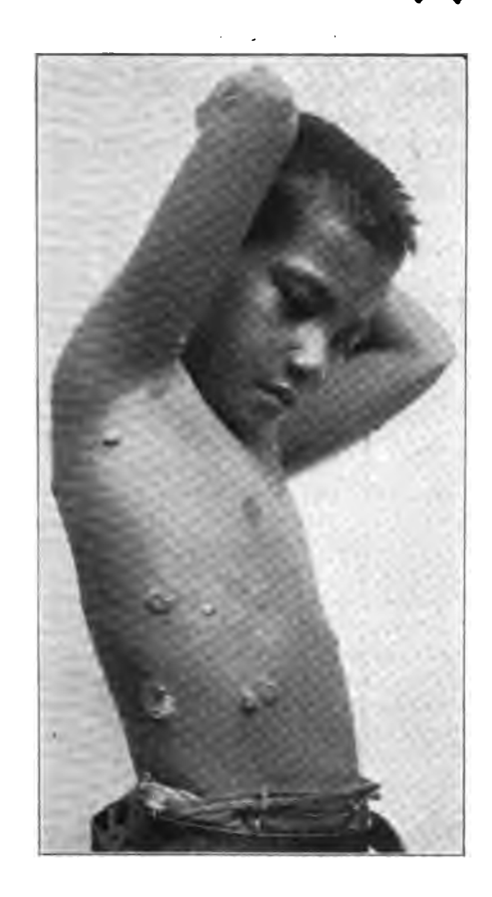
Die Framboesie ist der Bevölkerung der Marschall-Inseln seit lange bekannt und wird von den Eingeborenen „Ruk" genannt. Sie gilt als eine im Allgemeinen harmlose Krankheit, die fast Jeder als Kind überstehen müsse, andernfalls bekomme er sie später. Alte Leute, mit denen ich darüber sprach, meinten, die Krankheit sei wohl von jeher in den Inseln gewesen, jedenfalls sei sie nicht, wie die Syphilis, von den Weissen gebracht worden. Trotzdem ist wohl anzunehmen, dass auch auf den Marschall-Inseln die Framboesie von Aussen eingeschleppt worden ist, wie dies auf der Insel Nauru nachweislich erst vor kurzer Zeit der Fall gewesen ist. Wie mir von mehreren glaubwürdigen weissen Händlern versichert wurde, war noch vor 20 Jahren zur Zeit ihrer Niederlassung in Nauru die Framboesie daselbst unbekannt. Da wurde vor 15 oder 17 Jahren ein Nauruhalbblut im Kanoe von Nauru abgetrieben und nach der Insel Banaba (Ozean-Insel) verschlagen. Er wurde von den dortigen Eingeborenen freundlich aufgenommen und nach vielfach verbreiteter Südseesitte von einem Ehepaar als „Sohn" angenommen. Als er nach längerer Zeit Gelegenheit fand, auf einem Walfischfänger nach seiner Heimath zurückzukehren, wurde er von seinen Pflegeeltern und deren etwa fünfjährigem Töchterchen nach Nauru begleitet. Dies Mädchen hieß Goia und litt an Framboesie. Einige Wochen nach Ankunft der Banaba-Leute in Nauru fingen Kinder, die mit dem fremden Mädchen gespielt hatten, und auch Erwachsene an, denselben Ausschlag zu bekommen, es sollen damals mehrere Hundert erkrankt sein, und die Krankheit ist seither nicht wieder in Nauru erloschen. Der Name des kleinen Mädchens Goia wurde, mit dem weiblichen Präfix der Nauruspache E versehen zur Bezeichnung der Krankheit, welche „Egoia" heisst.

Auch in den benachbarten englischen Gilbert-Inseln kommt die Framboesie vor und wird daselbst „Turugu" genannt. Auf der Karolinen-Insel Pinglap heisst sie, wie in den Marschall-Inseln „Ruk", in Ponape „Kijinkinj", in Yap „Malät". Auf Samoa soll sie „Lupangi" genannt werden.

Die Framboesie tritt in den Marschall-Inseln und, soweit ich in Erfahrung bringen konnte, auch in den Gilbert- und Karolinen-Inseln weit milder als in Nauru auf, vermuthlich weil die Bevölkerung der ersteren Inseln schon seit Generationen daran gewöhnt ist.

Nach meinen Beobachtungen ist der Verlauf bei der Marschall-Bevölkerung folgender: Es entwickelt sich an irgend einer Stelle des Körpers etwa eine halblinsengrosse flache Papel, in deren Epidermis sich eine geringe Menge serös-eitrigen Exsudates bildet, welches schnell, ehe eine eigentliche Pustel beobachtet wird, zu einer dünnen, gelblichen Borke eintrocknet. Je nach der Lokalisation der Papel gestaltet sich die weitere Entwicklung verschieden. An den freien und unbedeckten Körperstellen tritt mehr das Flächenwachsthum der Papeln hervor, welche einen Umfang von der Grösse eines Fünfpfennigstückes bis zu Fünfmarkstückgrösse erreichen können, während die Höhe gewöhnlich nur 2 bis 4 cm, selten mehr als 6 cm beträgt. Die Borke ist sehr zähe, haftet fest an, besonders am Rande; unter derselben findet man eine dünne Lage einer weisslichen käsigen Masse auf der nur wenig zerklüfteten Oberfläche der Papel. Später wird die Borke missfarbig, das Sekret darunter ist mit Eiter vermischt, welcher die Borke oft durchbricht, und die Oberfläche der

Papel unter dem Sekrete ist stärker zerklüftet. Beim Abreissen der Borke entsteht gewöhnlich keine Blutung, am anderen Tage hat sich stets eine neue Borke gebildet. Bei denjenigen Papeln, welche sich in Körperfalten, in der Analfurche, am Mundwinkel, zwischen den Zehen ausbilden, bleibt die Eintrocknung der Borke mehr oder weniger aus, und man findet statt dessen eine schmierige weiche Borke, wie bei den Papeln am Anus und unter dem Skrotum, welche grosse Aehnlichkeit mit breiten Kondylomen haben. Das Wachsthum in die Höhe tritt stärker hervor, die Papel wird schwammiger, stärker zerklüftet, besonders zwischen Zehen und Fingern und am Naseneingang und Mundwinkel. An den mit dicker Hornhaut bedeckten Stellen, in der Handfläche und besonders unter den Fusssohlen bemerkt man erst eine schmerzhafte Hervorragung, bald sieht man durch die Hornzellenschicht Eiter,





später auch flache Luftblasen durchschimmern, welche die Hornhaut blasig abheben. Diese Luft- oder Gasbildung ist zuweilen ziemlich bedeutend. Schneidet man ein, so findet man in der Mitte eine runde Granulation, welche mit Eiter umgeben ist, weiter nach aussen findet man Buchten und Hohlräume, welche theils Eiter und Luft, theils nur Luft enthalten. Bleibt die Wucherung sich selbst überlassen, so durchbricht die Granulation allmählich die darüberliegende Epidermisschicht, wuchert knopfartig ausserhalb derselben weiter, vergrössert sich in die Breite, der Hals der Granulation schiebt die einschnürende Hornhautschicht auseinander und zuletzt tritt die ganze schwammige Papel zu Tage.

Die Heilung tritt gewöhnlich in der Art ein, dass die Borke in der Mitte zu schwinden anfängt, die warzige Zerklüftung bildet sich hier zurück, sodass sich eine Delle in der Mitte bildet, welche sich allmählich nach dem Rande zu vergrössert, zuletzt bleibt nur ein wallartiger Ring, bis auch dieser durchbrochen wird und allmählich schwindet. Gewöhnlich hinterlassen auch die grössten Papeln keine Narben, doch bleibt nach der Heilung für längere Zeit ein hellerer Fleck zurück. Nur bei Wucherungen am Naseneingang habe ich Narben gesehen. Was die Lokalisation der Papeln anbetrifft, so kann jede Stelle der Körperoberfläche erkranken, nur die behaarte Kopfhaut habe ich nie erkrankt gesehen. Von

Schleimhäuten habe ich verschiedene Male die Innenfläche der Ober- und Unterlippen und den Naseneingang bei gleichzeitiger Hauterkrankung mit zerklüfteten Wucherungen bedeckt gefunden. Besondere Vorliebe zeigen die Papeln für die Stellen, wo sich benachbarte Hautflächen berühren, zumal am Anus, neben dem Skrotum, in der Achselhöhle, in der Ellbogen- und Kniebeuge, am Kinn, am Mundwinkel, Ohr- und Naseneingang. Das Allgemeinbefinden wird in erheblicherem Maasse gewöhnlich nur bei Kindern in den ersten Lebensjahren gestört, welche am schwersten erkranken und mit zahlreichen, bis zu 50 Papeln, bedeckt sein können. Zuweilen jedoch treten nur wenige Papeln auf, und das Allgemeinbefinden leidet dementsprechend weniger. In dieser Weise habe ich Kinder im Alter von $^1/_2$ Jahr bis zu etwa 5 Jahren erkrankt gesehen, ältere Kinder, bis etwa 10 Jahre alt, habe ich zwar ebenfalls in derselben Weise, jedoch leichter erkrankt gesehen, doch pflegt bei diesen meist die Erkrankung der Fusssohlen zuweilen von einigen Papeln am übrigen Körper begleitet zu sein. Jenseits des 12. Lebensjahres habe ich nur zweimal je eine Papel am Oberschenkel gesehen, die ich für Kondylome gehalten haben würde, wenn nicht alle übrigen Symptome für Syphilis, zumal die Einwirkung von Quecksilber, vollständig gefehlt hätten. Bei den übrigen älteren Patienten äusserte sich die Framboesie in vereinzelten derberen Papeln nur am Unterschenkel oder in der erwähnten Erkrankung der Fusssohlen. Bei Marschall-Leuten, welche das 25. Lebensjahr überschritten hatten, habe ich nie Framboesie beobachtet.

Die Störung des Allgemeinbefindens, welche ich in einem Falle besonders gut beobachten konnte, bei einem etwa 8jährigen Zögling der Mission, besteht in schlechtem Appetit, schlechtem Schlaf und vor allem der beständigen Beunruhigung durch die von den Papeln angelockten Fliegen. Bei dem erwähnten Zögling wurde eine grosse Nervosität, eine geradezu veitstanzartige Unruhe, zeitweise auch geringe Temperatursteigerungen beobachtet. Derartige Fälle waren aber unter den von mir beobachteten im Ganzen selten und kamen fast nur bei schwerer erkrankten, jüngeren Kindern vor. Sind die Papeln weniger zahlreich, so ist gar keine Störung des Allgemeinbefindens zu beobachten, nur die Fliegen quälen. Durch ihre Schmerzhaftigkeit und das erschwerte Gehen sind die Papeln unter der Fusssohle unbequem.

Was die Dauer der Krankheit, wenn sie nicht behandelt wird, anbetrifft, so ist sie sehr verschieden und schwankt, so viel ich in Erfahrung bringen konnte, zwischen mehreren Monaten und etwa $1^1/_2$ Jahren. Der längstdauernde Fall, den ich beobachtete, währte 14 Monate. Die Papeln verschwinden, aber andere entstehen wieder, manchmal nach mehrwöchiger scheinbarer Heilung.

Was die Therapie anbetrifft, so haben die Eingeborenen schon vor Einwanderung der ersten Weissen eine Behandlungsmethode geübt, die darin bestand, dass sie in Aushöhlungen auf dem Riff, darin befindliches Salzwasser durch hineingeworfene glühende Steine erhitzten und den Patienten die kranken Stellen, so lange und so heiss es ertragen werden konnte, hineintauchen liessen. Das Verfahren soll zwar sehr langsam, aber doch schliesslich gewirkt haben. Als die ersten Weissen kamen, lernten die Eingeborenen, den Blaustein (cuprum sulfuricum) zu benutzen. Ich habe verschiedene Mittel versucht. In vielen Fällen half eine Schmierkur sehr schnell, oft allerdings erst nach zwei oder drei Monaten, in anderen Fällen aber blieb jeder Erfolg aus. Von Kalomel innerlich, in denselben Dosen wie bei erblicher Syphilis, glaube ich ebenfalls hin und wieder Erfolg beobachtet zu haben. Jodkalium innerlich hat sich ebenfalls, aber auch nicht in allen Fällen bewährt. Von Arsenik habe ich keinen Erfolg gesehen. Oertliche Behandlung habe ich angewandt mit Höllenstein, Blaustift, Chromsäure, Milchsäure, Karbolsäure, Bleizucker, Trichloressigsäure. Blaustift und noch vielmehr Chromsäure ist sehr schmerzhaft, und ich habe deren Gebrauch bald aufgegeben. Am besten hat mir die Wirkung der Trichloressigsäure gefallen. Seit längerer Zeit aber habe ich, wo es irgend anging, mit dem Messer oder scharfen Löffel die vorher mit Chloraethyl unempfindlich gemachten Papeln abgeschnitten oder ausgekratzt, wonach rasch Heilung einzutreten pflegte. Wenn auch in manchen Fällen Rückfälle eintraten, so waren die Kranken doch längere Zeit ohne Beschwerden.

Weit schwerer als unter den Marschall-Eingeborenen tritt die Framboesie bei der Nauru-Bevölkerung auf. Als ich mich im Juli dieses Jahres gelegentlich einer dienstlichen Reise zwei Tage in Nauru aufhielt, sah ich etwa 30 an Framboesie schwer leidende Personen, doch bildeten diese nach den Versicherungen der in Nauru befindlichen Weissen nur einen kleinen Bruchtheil aller derartigen Kranken. Die Framboesie ist in Nauru durchaus keine harmlose Kinderkrankheit, und ich fand unter den Kranken Personen jedes Alters. Mehrfach fand ich Familien, in denen Eltern und alle Kinder seit Monaten krank lagen. In einem Falle war der etwa 40jährige Familienvater am ganzen Körper mit zahlreichen Papeln von Fünfpfennigstück- bis Zweimarkstückgrösse bedeckt: allein auf dem Rücken zählte ich mehr als 70 Stück. Sein Allgemeinbefinden war schwer geschädigt, er klagte über heftige

Muskel- und Gliederschmerzen, die ihn nicht schlafen liessen, und über grosse Schwäche, die ihm schon seit Monaten das Gehen unmöglich machte. Er war nach Angabe meines Begleiters stark abgemagert und sah sehr elend aus. In derselben Weise war sein etwa 2jähriges Kind erkrankt, während die Frau und eine etwa 14jährige Tochter weniger zahlreiche, aber grössere, höhere und schwammige Wucherungen am Körper aufwiesen, die mich zum ersten Male verstehen liessen, wie der Name „Framboesie" hat entstehen können; denn die bisher von mir beobachteten Fälle hatten nicht die geringste Aehnlichkeit mit einer Himbeere. Bei einigen Auswüchsen übertraf die Höhe die Breite um das Mehrfache, so dass geradezu hornartige Gebilde entstanden; ein solches ragte zum Beispiel aus dem Naseneingang der Tochter hervor. Auch diese beiden Patientinnen waren schon längere Zeit krank und sehr entkräftet, und auch die übrigen Framboesie-Patienten in Nauru, welche ich sah, boten meistens ein ähnliches Bild. Die Dauer der Krankheit soll, so weit ich erfahren konnte, gewöhnlich etwa 6 Monate sein, selten länger. Todesfälle infolge Framboesie sollen nur in vereinzelten Fällen bei schwächlichen Personen vorgekommen sein.

Nach dem Erreger der Framboesie habe ich im Sekrete der Papeln wie im Blute der Kranken gesucht, bis jetzt jedoch ohne Erfolg, allerdings habe ich infolge Mangels an Zeit den Untersuchungen nicht die nöthige Gründlichkeit zuwenden können.

II. Ringwurm.

Der Ringwurm, Tinea imbricata, ist unter der Bevölkerung der Marschall-Inseln ungemein stark verbreitet. Nach meiner Schätzung leiden mindestens 10 % der Bevölkerung daran. Die Bezeichnung der Eingeborenen für die Krankheit ist „Gogo". Auch in anderen Inseln der Südsee scheint der Ringwurm viel vorzukommen. In den Karolineninseln Yap und Ponape hatte ich selbst Gelegenheit, derartige, ringwurmbehaftete Personen zu sehen; auf der ersteren Insel heisst die Krankheit „Fatafat", auf der letzteren „Kilinwai"; denselben Namen führt sie auf der ebenfalls zu den Karolinen gehörigen Insel Pinglap. Auf den Gilbert-Inseln heisst sie „Tukunekune", auf Nauru „Etemane".

Die Krankheit beginnt nach meinen Beobachtungen mit der Bildung einer ganz kleinen Papel an irgend einer Stelle der Haut, welche sich mit einer abblätternden Schuppe bedeckt. Bald gesellen sich mehrere derartige Papeln hinzu, und es entsteht ein meist kreisförmiger, abschilfernder Fleck, welcher bei Eingeborenen heller ist als die umgebende gesunde Haut und infolge der Schuppenbildung ein rauhes, gräulich schillerndes Aussehen hat. Bei Weissen ist die Farbe mehr kupferroth, auch ist die Schuppenbildung etwas geringer. Der Rand dieses Kreises wird durch einen Ring von dicht aneinanderstossenden kleinen Papeln gebildet, welche über die den Ring umgebende, wie die von demselben eingeschlossene kranke, abschilfernde Haut hervorragen. Während der Kreis sich vergrössert, entstehen innerhalb desselben neue Centren, welche in dem bereits erkrankten Gebiete neue sich vergrössernde Kreise mit erhabenem Rande bilden und durch das Aneinanderstossen der wachsenden Ringe die merkwürdigsten Zeichnungen hervorbringen. Gleichzeitig pflegen an mehreren Stellen des Körpers derartige Herde zu entstehen, die sich jeder für sich so lange ausdehnen, bis sie mit einander verschmelzen, so dass schliesslich die ganze Körperoberfläche damit überzogen ist, ausschliesslich Hand- und Fusssohle und der behaarten Kopfhaut.

Der Ausschlag juckt ziemlich stark, und durch das hierdurch verursachte Kratzen bildet sich zuweilen eine entzündliche Verdickung der Haut aus. Einige Male sah ich auch allgemeine Furunkulose infolge des Kratzens. Die Dauer der Krankheit ist unbeschränkt und Spontanheilung tritt wohl nie ein. Ich habe einen etwa 45jährigen Mann behandelt, der seit seiner Kindheit vollständig von Ringwurm überzogen war, und dem das beständige Kratzen so zur zweiten Natur geworden war, dass er es auch nach der Heilung unbewusst noch eine Zeit lang fortsetzte. Da die Kranken ausser dem Jucken keine Beschwerden haben und sich zudem daran mit der Zeit gewöhnen, thun die Eingeborenen nichts, um eine Ansteckung zu vermeiden, und nur ein Theil der Erkrankten sucht den Ausschlag wieder los zu werden.

Ein Heilmittel war früher den Marschall-Eingeborenen nicht bekannt, seit Einwanderung der Weissen haben sie gelernt, sich aus Schwefelblume und Kokosnussöl eine Art Salbe zu bereiten, womit sie die kranken Stellen mit gutem Erfolg einreiben. Ich beschränke mich nach mehrfachen Versuchen mit anderen Mitteln auf Schwefel- oder Theerschwefelsalbe, welche in fast allen Fällen zum Ziele führt, nur in veralteten Fällen ist Chrysarobin erforderlich.

Die Eingeborenen von Nauru benutzen gegen den Ringwurm das Oel aus den Nüssen des Tamanabaumes, welches ein ausgezeichnetes Mittel dagegen sein soll; thatsächlich habe

ich in Nauru nicht einen einzigen Ringwurmkranken gesehen. Der Kapitän eines regelmässig nach Nauru fahrenden Schiffes versicherte mir, dass er mit derartigem Oel aus Nauru bei seiner eingeborenen Mannschaft schon oft den Ringwurm geheilt habe.

Was den Erreger des Ringwurms anlangt, so habe ich fast regelmässig in den Schuppen, nie aber in den Haaren, einen Pilz gefunden, welcher grosse Aehnlichkeit mit Trichophyton tonsurans hat.

Eine andere von den Marschall-Eingeborenen „Djenn" genannte Hauterkrankung, welche ich auch in Nauru gesehen habe, äussert sich in Flecken, welche im Gesicht, am Hals und auf der Brust auftreten. Die Flecken sind auf der Brust klein, von Hirsekorn- bis Fünfpfennigstückgrösse, am Halse etwas grösser, im Gesicht werden sie zuweilen sehr gross. Die Farbe ist heller als die Umgebung. Abschuppung ist mit blossem Auge nicht zu bemerken, doch kann man mit der Lupe ganz feine, mattglänzende Schüppchen entdecken. Die Flecke jucken wenig oder garnicht und kommen nach meinen Beobachtungen nur bei jungen Leuten vor. In den Schüppchen findet sich ein Pilz, welchen ich nicht von Mikrosporon furfur unterscheiden kann. Da der Ausschlag nicht nur auf der Brust, sondern auch im Gesicht vorkommt, habe ich denselben als Erythrasma angesehen und unter diesem Namen in meinen Vierteljahresberichten aufgeführt. Durch Schwefelsalbe ist der Ausschlag sehr leicht zu beseitigen.

Sammlungen von Gutachten über Flussverunreinigung.

(Fortsetzung.)

XII. Gutachten, betreffend die Verunreinigung von Quellen im Innerstethale und der Innerste.

Erstattet am 3. März 1894.

Berichterstatter: Geheimer Regierungsrath **Dr. Ohlmüller.**

(Hierzu Tafel VII.)

Die Gewerkschaft Hercynia legte im Jahre 1884 bei Vienenburg im Kreise Goslar ein Kalisalzbergwerk an. Die zu Tage geförderten Salze sollten in einer Chlorkaliumfabrik daselbst verarbeitet werden, wobei beabsichtigt war, die entstehenden Endlaugen in die Oker zu leiten. Gegen dieses Vorhaben erhoben die Stadt Braunschweig und die Königliche Regierung zu Hildesheim Einspruch, da durch die Einleitung der Fabrikabwässer eine bedenkliche Verunreinigung des Flusswassers zu erwarten sei, wodurch die Stadt Braunschweig sowie die Domäne und Zuckerfabrik Schladen geschädigt werden würde. Da wenig Aussicht auf Genehmigung zur Errichtung der Fabrik in Vienenburg bestand, so wandte sich im folgenden Jahre die Gewerkschaft mit einem Gesuche an die Herzoglich Braunschweigische Kreisdirektion Gandersheim, die Verarbeitung der in Vienenburg gewonnenen Rohsalze in Langelsheim zu gestatten. Es war hierbei beabsichtigt, die bei der Darstellung von Kalisalzverbindungen, Chlorkalium, Kaliummagnesiumsulfat, Glaubersalz, Chlormagnesium und Brom entstehenden Endlaugen in die Innerste daselbst einzuleiten. Die Befürchtung einer Flussverunreinigung wurde mit der Behauptung zurückgewiesen, dass die Menge der Abwässer im Verhältniss zur Masse des Flusswassers zu gering sei, und dass letzteres ohnehin bereits durch die Abgänge aus den Oberharzer Poch- und Hüttenwerken derart verunreinigt werde, dass es schon deshalb zu Gebrauchszwecken ungeeignet sei.

Die Innerste fliesst bei Langelsheim auf braunschweigischem Gebiete und tritt nach kurzem Laufe wieder in das preussische ein.

Demnächst wurden gegen die Ausführung dieser Absicht eine Reihe von Einsprüchen seitens Privater und Behörden geltend gemacht, namentlich von der Stadt Hildesheim und der Stadt Hannover mit Rücksicht auf die Leine, in welche die Innerste mündet. Diese Einsprüche wurden durch Gutachten von Sachverständigen

begründet. Hierauf zog die Gewerkschaft ihren Antrag auf Gestattung der Einleitung in die Innerste zurück und bat um Ertheilung der Konzession der Fabrik und die Erlaubniss, die Endlaugen in die Erdspalten am Kahnstein, dem Ausläufer eines Gebirgszuges zu leiten, welcher auf der rechten Uferseite in der Nähe der geplanten Fabrikanlage endigt. Die Ausführbarkeit dieses Vorhabens wurde durch einen Versuch begründet, nach welchem ein 14tägiges Einleiten von Innerstewasser in diese Erdspalten, welches mit Fuchsin gefärbt war, eine Rothfärbung der umliegenden Quellen nicht zur Folge gehabt habe. Die Kreisdirektion machte die Genehmigung des Gesuches von der Erstattung eines Gutachtens seitens eines geologischen Sachverständigen abhängig. Als solcher erstattete Professor Dr. von Klipstein zu Giessen unter dem 25. September 1886 auf Veranlassung der Gewerkschaft ein Gutachten, in welchem er auf Grund geologischer und geognostischer Betrachtungen zu dem Urtheil gelangt, dass ein Zutagetreten der am Kahnstein in die Erdspalten eingelassenen Endlaugen unmöglich sei.

Auf dieses Gutachten hin ertheilte die Herzogliche Kreisdirektion Gandersheim unter dem 7. Oktober 1886 die Genehmigung zur Anlage der Fabrik und zur Beseitigung der Endlaugen in der gedachten Weise unter der Voraussetzung, dass sich die Unschädlichkeit der Einleitung der Abwässer als zutreffend erweisen würde.

Mit der Versenkung der letzteren wurde im Juni 1888 begonnen, indem man dieselben mittelst einer Röhrenleitung von der Fabrik nach dem Kahnstein brachte, wo sie nach dem Absetzen der ungelösten Bestandtheile in einem schlangenförmig gewundenen Graben und einem Klärbassin in zwei Schachte von 30 und 32 m Tiefe nunmehr eingelassen wurden.

Im August 1889 wurde in dem Wasser mehrerer in Baddeckenstedt befindlicher Quellen ein laugenhafter Geschmack wahrgenommen, unter anderen auch an einer dort befindlichen Quelle, welche die Stadt Hildesheim zu ihrer in Aussicht genommenen Wasserversorgung angekauft hatte. Diese Geschmacksveränderung des Wassers brachte man mit der Einleitung der Endlaugen der Langelsheimer Fabrik in Zusammenhang; ebenso wurde die gleiche Beobachtung an einer grösseren periodisch zu Tage tretenden Quelle in Altwallmoden, dem „Spring", darauf bezogen.

Aus der Zeit, ehe die Fabrik ihre Thätigkeit eröffnete, liegt hinsichtlich des Baddeckenstedter Quellwassers nur eine mangelhafte Beurtheilung vor, welche lediglich besagt, dass dasselbe gesundheitsschädliche Bestandtheile nicht enthalte. Im Jahre 1884 wurde von dem Apotheker Bohlmann die Chlormenge in der Hildesheimer[1]) Quelle in Baddeckenstedt zu 0,03 g und in einer anderen Baddeckenstedter Quelle zu 0,045 g in 1 Liter bestimmt. Derselbe ermittelte ferner aus den am 5. September 1889 geschöpften Proben folgende Zahlen:

---

[1]) Um Wiederholungen zu vermeiden wird die von der Stadt Hildesheim in Baddeckenstedt angekaufte Quelle fürderhin als „Hildesheimer Quelle" bezeichnet.

	Hildesheimer Quelle	Baddeckenstedter Quelle
	Gramm im Liter	
Chlor	1,1928	1,207
Schwefelsäureanhydrid .	0,0860633	0,0860633
Schwefelsäure	0,131783	0,131783
Kieselsäureanhydrid . .	0,01333	0,01333
Thonerde und Eisenoxyd	0,01666	0,030
Calciumoxyd	0,21280	0,22026
Magnesiumoxyd	0,240240	0,2450
Natriumoxyd	0,56766	0,565766
Rückstand bei 160° C. .	2,2633	2,3566

Zu ähnlichen Ergebnissen gelangte auch der Direktor der chemischen Versuchsanstalt in Hildesheim Dr. Müller durch Untersuchungen vom 30. Oktober 1889. Eine Quelle dagegen bei dem ungefähr 3 km von Baddeckenstedt gelegenen Dorfe Binder hatte nur Spuren von Chlor. Der letztgenannte Autor hatte auch Gelegenheit das Wasser des „Springs" in Altwallmoden vor und während der Thätigkeit der Fabrik zu untersuchen und gab sein Urtheil über dasselbe dahin ab:

„Der Kalk blieb der gleiche, jedoch haben sich während der Thätigkeit der Fabrik Chlor, Magnesia und Alkalien sehr stark angereichert."

Die Annahme, dass die Beschaffenheit dieses Quellwassers mit der Einleitung der fraglichen Abwässer in die Erdspalten am Kahnstein in einem ursächlichen Zusammenhange stehe, wurde von den Professoren an der technischen Hochschule zu Braunschweig Dr. Beckurts und Dr. Kloos bestritten. Ersterer kam auf Grund seiner im April 1890 ausgeführten Analysen zu dem Schlusse, dass „die chemische Untersuchung eine Verunreinigung der Baddeckenstedter Quellen durch die Endlaugen der Fabrik zu Langelsheim nicht habe erkennen lassen". Zur Begründung ist angeführt, dass die Bestandtheile des Wassers der Hildesheimer Quelle nach den vorliegenden Untersuchungen grossen Schwankungen unterworfen zu sein scheinen, und dass die Bestandtheile der Endlaugen in einem anderen Verhältnisse zu einander stehen als die der Quellenwässer in Baddeckenstedt.

Dr. Kloos kommt in seinem Gutachten vom 24. September 1890 auf Grund von geologischen Beobachtungen und in Hinblick auf die Thatsache, dass im Wasser der fraglichen Quellen das Brommagnesium fehle, welches jedoch in den Endlaugen vorhanden sei, zu dem Urtheile, dass die Verunreinigung der Quellen in Baddeckenstedt durch die genannten Fabrikabwässer ausgeschlossen sei; für den „Spring" in Altwallmoden wird die Möglichkeit zugegeben.

Unter den obwaltenden Verhältnissen reichte die Gewerkschaft Hercynia bei der Herzoglichen Kreisdirektion Gandersheim den Antrag ein, die Einleitung der Endlaugen in die Innerste zu gestatten unter der Abänderung des ersten diesbezüglichen Gesuches, dass der Zufluss derselben durch eine Vorrichtung entsprechend der Flusswassermenge geregelt werden sollte, und dass bei einer täglichen Verarbeitung von 250 t Rohsalz nur die bei der Chlorkaliumfabrikation entstehenden Endlaugen auf

diese Weise beseitigt, während die bei der Lösung des Carnallit's bleibenden Rückstände nicht weiter verarbeitet, sondern abgelagert werden sollten.

Die Zulässigkeit der Abführung der Abwässer in ihrer nunmehrigen Menge und Form wurde von verschiedenen Gutachtern zum Theil unter gewissen Bedingungen zugegeben, jedoch von anderer Seite namentlich von dem Magistrate zu Hildesheim bezweifelt.

Bei diesem Widerstreit der Meinungen in beiden Angelegenheiten der beobachteten Verunreinigung mehrerer im Innerstethale gelegener Quellen, wie auch der Frage, ob die Einführung der Endlaugen in den Fluss zu gestatten sei oder nicht, wurde das Kaiserl. Gesundheitsamt auf Veranlassung der Königl. preussischen Herrn Ressortminister durch Erlass des Herrn Staatssekretärs des Innern vom 13. Juni 1892 beauftragt, sich gutachtlich zu äussern,

1. ob, wie der Magistrat zu Hildesheim behauptet, die Einleitung der Endlaugen der Chlorkaliumfabrik in die Erdspalten bei Langelsheim die Verunreinigung der Quellen bei Baddeckenstedt und Altwallmoden verursacht habe,

2. ob voraussichtlich bei der Fortdauer der Einleitung noch andere Quellen im Thale der Innerste und seiner Nachbarschaft von der Verunreinigung ergriffen werden würden, und

3. ob die Befürchtungen, welche der Magistrat zu Hildesheim für den Fall hegt, dass künftig die Endlaugen direkt in die Innerste abgeführt werden, begründet erschienen.

Für die Beantwortung der ersten Frage erschien es zunächst vom chemischen Standpunkte aus angezeigt, sich Kenntniss zu verschaffen über die Zusammensetzung des Grundwassers in der Gegend der fraglichen Quellen. Zugleich mit den Probeentnahmen aus Quellen und Brunnen fanden solche an verschiedenen Stellen des Flusses statt. Letztere wurde vorgenommen, um ein Bild über den Grad der Verunreinigung des Flusswassers zu verschiedenen Zeiten zu bekommen, um an der Hand dessen der Frage, ob die Einleitung der Endlaugen in die Innerste zulässig sei, näher zu treten.

I. Die Quellen im Innerstethale zwischen Langelsheim und Binder.

Die ersten Proben von Grundwasser im Innerstethale wurden auf der Strecke zwischen den beiden Orten Langelsheim und Binder in der Zeit vom 11.—13. August 1892 entnommen[1]) (vergl. Uebersichtskarte auf Tafel VII). Für die Wahl dieser Grenzen war massgebend, dass einerseits die der Fabrik nahe liegenden Grundwasserzüge vermuthlich zunächst betroffen sein können von der Einleitung der Endlaugen, und dass andererseits das Wasser einer Quelle bei Binder schon früher ärmer an anorganischen Bestandtheilen, insbesondere an Chlor und Magnesia, als die fraglichen Quellen in Baddeckenstedt und Altwallmoden befunden worden ist. Die Ergebnisse der chemischen Untersuchung sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt.

---

[1]) Die gesammten Analysenresultate sind am Schlusse des Gutachtens in der Zusammenstellung der Untersuchungs-Ergebnisse unter A „Quell- und Brunnenwasser, I. Untersuchung" mitgetheilt.

Tabelle A.

Nummer	Entnahmestelle	Milligramm im Liter							
		Suspendirte Stoffe	Rückstand bei 110°	Glühverlust	Oxydirbarkeit (Sauerstoff-verbrauch)	Chlor (Cl)	Schwefelsäure (SO_3)	Kalk (CaO)	Magnesia (MgO)
1	Pumpbrunnen in Bredelem . . .	250,7	1263	235	2,09	140,6	160	327,9	62,5
2	„ „ Gross Heere bei Haus Nr. 59	0	590	160	0	38,6	52	168,3	28,8
3	„ „ Baddeckenstedt .	0	913	370	0	103	68	189,1	52,8
4	Hildesheimer Quelle bei Baddeckenstedt	6,6	2377	—	0,9	792,1	88	199,5	325,8
5	Erdbrunnen (Quelle) „ „	10,7	2570,5	—	1,1	871,3	108	196,0	340,7
6	Achillesbrunnen (Quelle) in „	9,3	2735	—	1,2	847,5	136	199,5	321,9
7	Schachtbrunnen in Rehne bei Haus Nr. 4	5,7	410	80	0	21,8	68	116,2	20,7
8	Quelle bei Binder	50,5	190	45	0	15,8	24	50,3	13,0

Betrachtet man die Menge der gelöst vorhandenen Bestandtheile, welche in den Zahlen des Rückstandes Ausdruck finden, so hat es den Anschein, als ob die Wasserarten Nr. 1, 3, 4, 5 u. 6 am ehesten einander ähnlich sind; dies trifft auch für das Chlor, wenn schon in geringerem Grade, zu. Dagegen weist das Wasser Nr. 1 einen verhältnissmässig hohen Gehalt an Kalk und Schwefelsäure auf, welcher in dem angestellten Vergleich schwer zu erklären ist. Besser lassen sich die Verhältnisse übersehen, wenn man statt der absoluten Gewichte der ermittelten anorganischen Bestandtheile die relativen Zahlen, bei welchen der Rückstand als 100,0 gesetzt ist, in Vergleich zieht. Hieraus ergiebt sich folgende Zusammenstellung:

Nr.	Rückstand bei 110°	Chlor (Cl)	Schwefelsäure (SO_3)	Kalk (CaO)	Magnesia (MgO)
1	100,0	11,1	12,7	26,0	4,9
2	100,0	6,5	8,8	28,5	4,9
3	100,0	11,3	7,4	20,7	5,8
4	100,0	33,3	3,7	8,4	13,7
5	100,0	33,9	4,2	7,6	13,3
6	100,0	31,0	4,9	7,3	11,7
7	100,0	5,3	16,6	28,3	5,0
8	100,0	8,3	12,6	26,5	6,8

Nach diesen auf eine Einheit bezogenen Zahlen lassen sich die 8 Wasserarten ungezwungen in zwei Gruppen scheiden. Und zwar zeichnet sich diejenige Gruppe von Wässern, bei welchen überhaupt eine grössere Summe gelöster Bestandtheile vorhanden war, Nr. 4, 5 u. 6 durch einen höheren Gehalt an Chlor und Magnesia und einen geringeren an Kalk und Schwefelsäure aus, während bei der anderen Gruppe Schwefelsäure und insbesondere Kalk überwiegen. Die auf Grund der absoluten

Zahlen angenommene Aehnlichkeit besteht somit thatsächlich nicht, sondern es sind die Wässer Nr. 1 u. 3 auszuscheiden.

Auf Grund dieser Ueberlegungen darf man annehmen, dass die Proben Nr. 1, 2, 3, 7 und 8 gemäss ihrer Beschaffenheit die Zusammensetzung des Grundwassers der dortigen Gegend im Allgemeinen kennzeichnen, und dass dasselbe in einem bestimmten Bezirke gewisse Veränderungen erlitten hat, welche in einer Anhäufung des Chlors und der Magnesia gipfeln, in Folge dessen die übrigen Stoffe mehr in den Hintergrund treten.

Um die Grenzen dieses Bezirkes enger einzuschränken und gewissermassen diesen Grundwasserstrom zu isoliren, wurde eine zweite Probenentnahme am 14. bis 15. April 1893 auf Quell- und Brunnenwässer in den beiden Orten Baddeckenstedt und Altwallmoden und deren nächster Umgebung beschränkt[1]). Hierbei konnte auch der „Spring“ in Altwallmoden zur Untersuchung herangezogen werden, welcher bei der ersten Probenentnahme kein Wasser lieferte. Das Ergebniss der chemischen Analyse ist in der nachstehenden Tabelle niedergelegt.

Tabelle B.

Nummer	Entnahmestelle		Milligramm im Liter							
			Suspendirte Stoffe	Rückstand bei 110°	Glühverlust	Oxydirbarkeit (Sauerstoffverbrauch)	Chlor (Cl)	Schwefelsäure (SO_3)	Kalk (CaO)	Magnesia (MgO)
1	Spring	in Altwallmoden	0	1767	—	1,20	673,2	88	162,4	209,0
2	Pumpbrunnen bei E		0	600	75	1,48	37,5	68	207,2	15,4
3	Pumpbrunnen bei W		0	565	45	1,28	42,5	70	176,4	17,8
4	Hildesheimer Quelle	in u. bei Baddeckenstedt	0	1565	—	1,04	617	70	190,4	186,4
5	Erdbrunnen (Quelle)		0	1670	—	1,12	647	76	184,8	191,7
6	Achillesbrunnen (Quelle)		0	1845	—	1,20	654	68	187,6	201,3
7	Schüttbrunnen (Quelle)		0	480	72	0,64	52	52	190,4	16,8

Zunächst zeigen diese Zahlen, dass die Zusammensetzung des Wassers des „Springs“ der des Achillesbrunnens, des Erdbrunnens und der Hildesheimer Quelle so ähnlich ist, dass man sie wohl auf eine gemeinsame Ursache zurückführen muss. Weiterhin geht aus der Tabelle hervor, dass Grundwasserzüge in nächster Nähe eine ganz andere Beschaffenheit haben, wie die Analyse der beiden Pumpbrunnen in Altwallmoden und des Schüttbrunnens in Baddeckenstedt zeigt. Es tritt diese Thatsache auch hier durch die Umrechnung der absoluten Zahlen in relative Zahlen wieder deutlicher hervor. Unter Zugrundlage einer gleichen Berechnung wie vorher ergiebt sich:

[1]) Die gesammten Analysenresultate sind am Schlusse des Gutachtens in der Zusammenstellung der Untersuchungs-Ergebnisse unter A „Quell- und Brunnenwasser, II. Untersuchung“ mitgetheilt.

Nr.	Rückstand bei 110°	Chlor (Cl)	Schwefelsäure (SO_3)	Kalk (CaO)	Magnesia (MgO)
1	100,0	38,1	5,0	9,0	11,8
2	100,0	6,3	11,3	34,5	2,6
3	100,0	7,5	12,4	31,2	3,1
4	100,0	39,4	4,5	12,2	11,6
5	100,0	38,7	4,6	11,1	11,5
6	100,0	35,4	3,7	10,2	10,9
7	100,0	10,8	10,8	39,7	3,5

Die Eigenschaft der dortigen Grundwässer, bestehend in einem verhältnissmässig hohen Kalk- und Schwefelsäuregehalt, kommt auch hier wieder zum Ausdruck. Dieselbe findet ihre Erklärung in der geologischen Beschaffenheit der dortigen Gegend, welche sehr reich an Kalkgestein und Gyps ist. Die Untersuchung hat weiterhin gezeigt, dass die Veränderung des Grundwassers hinsichtlich der Vermehrung des Chlors und der Magnesia innerhalb so enger örtlicher Grenzen liegt, dass sie sich nur auf den Grundwasserzug beschränkt, der eine bestimmte Art von Quellen versorgt. Bei der Augenscheinnahme der örtlichen Verhältnisse waren diese Quellen schon durch ihre äussere Form kenntlich; sie stellen in der Regel eine mehr oder minder grosse trichterförmige Vertiefung im Gelände dar, welche an der Seite, wo sich das Wasser den Weg zum Abfluss gebahnt hat, durchbrochen ist. Das Austreten des Wassers erfolgt unter einem gewissen Druck, welcher speziell dem Spring seinen Namen gegeben hat. Eine charakteristische Eigenthümlichkeit besteht ferner darin, dass diese Quellen zum Theil periodisch ihre Wasserlieferung unterbrechen; so war der Achillesbrunnen bei der ersten Entnahme so wasserarm, dass kein sichtbarer Ablauf erfolgte, und der Spring war ganz trocken. Gelegentlich der zweiten Entnahme wurde in der Nähe von Altwallmoden noch eine solche Quelle aufgefunden, welche damals ebenfalls trocken lag, die Spuren grösserer Wasserlieferung zu gewissen Zeiten jedoch verrieth. Schon diese Unterbrechungen in dem Auftreten dieser Quellen, von welchen in der dortigen Gegend sicher noch mehr existiren, deutet darauf hin, dass sie von einem anderen Grundwasserzuge versorgt werden, als von demjenigen, der dort durch Brunnen zugängig gemacht oder sonst frei zu Tage tretend zur Benutzung herangezogen wird. Diese Annahme findet auch in den später zu gebenden geologischen Erörterungen eine Stütze. Die chemischen Eigenschaften dieses Grundwasserzuges sind solche, dass man entweder annehmen muss, dass er auf seinem Wege salzführende Gebirgsschichten ausgelaugt hat, oder es sind ihm solche Massen von aussen her zugeführt worden. Abgesehen davon, ob der eine oder der andere Fall vorliegt, so handelt es sich jedenfalls um eine Verunreinigung dieses Grundwassers bezw. der von ihm versorgten Quellen.

II. Die Ursachen der Quellenverunreinigung im Innerstethale.

Wie schon erwähnt, ist die Verunreinigung der Quellen mit der Einleitung der Endlaugen in ursächlichen Zusammenhang gebracht worden. In der That ist es auch

auffallend, dass dieselbe durch eine Anhäufung von Chlor und Magnesia charakterisirt ist, gerade derjenigen Bestandtheile, welche vorwiegend in diesen Abwässern vertreten sind. Es wurde allerdings von anderer Seite betont, dass das Verhältniss dieser Stoffe zu einander dort ein anderes sei wie hier. Um hierüber einige Kenntnisse zu sammeln, sind von Seiten des Gesundheitsamts Proben der Abwässer — allerdings nur an 2 Tagen — entnommen und untersucht worden[1]). Es ergab sich dabei folgendes hinsichtlich des Verhältnisses von Magnesia und Chlor:

Probe 1 vom 12. August 1892 MgO : Cl = 1 : 2,49,
„ 2 „ 13. „ „ „ „ = 1 : 1,94,
„ 3 „ 12. „ „ „ „ = 1 : 1,98,
„ 4 „ 13. April 1893 „ „ = 1 : 1,96,
„ 5 „ 13. „ „ „ „ = 1 : 1,18.

Eine Uebereinstimmung herrscht nur bei den Proben 2, 3 und 4. In den Quellwässern war dieses Verhältniss ein anderes, bei den zu derselben Zeit entnommenen Proben ein übereinstimmendes. Bei der ersten Untersuchung am 11. August 1892 verhielt sich MgO : Cl

in der Hildesheimer Quelle wie 1 : 2,43,
im Erdbrunnen . . . . „ 1 : 2,56,
im Achillesbrunnen . . . „ 1 : 2,63;

bei der zweiten Untersuchung am 14. und 15. April 1893

im Spring . . . . . wie 1 : 3,22,
in der Hildesheimer Quelle „ 1 : 3,31,
im Erdbrunnen . . . . „ 1 : 3,37,
im Achillesbrunnen . . „ 1 : 3,24.

Man konnte hiernach glauben, dass diese Zahlen einem Zusammenhang der Endlaugen mit dem Quellwasser widersprächen. Eine solche Annahme wäre jedoch irrig. Die Quellen werden sicherlich nicht ausschliesslich aus den Abwässern gespeist, vielmehr treten letztere nur dem an Menge weit grösseren Grundwasser hinzu. Einerseits gleicht dieses Grundwasser die schon am Ursprunge bei der Fabrik je nach der Entnahmestelle und der Art der gerade betriebenen Fabrikation in ihren Zusammensetzungen stark schwankenden Abwässer aus, so dass sie in den verschiedenen Quellwässern, die gewissermassen Oeffnungen desselben Grundwasserzuges sind, zu gleichen Zeiten auch ähnliche Untersuchungsresultate liefern. Dieser Ausgleich vollzieht sich allmählich, und man darf nicht gleichzeitig entnommene Fabrik- und Quellwasserproben vergleichen. Wieviel Zeit zur Vollziehung des Ausgleichs erforderlich ist, lässt sich im Voraus nicht bestimmen; vielmehr werden darauf mancherlei, nach der Höhe des Grundwasserstandes, der Beschaffenheit des von den Abwässern zurückzulegenden Weges u. dergl. m. wechselnde Verhältnisse Einfluss haben.

---

[1]) Die Analysenresultate sind am Schlusse des Gutachtens in der Zusammenstellung der Untersuchungs-Ergebnisse unter C „Abwässer aus der Chlorkaliumfabrik in Langelsheim“ mitgetheilt.

Andererseits erleidet auch das Gemisch von Abwasser und Grundwasser auf seinem Wege durch die Erde Veränderungen. Insoweit diese chemischer Natur sind, werden sie sich schwer klar legen lassen, da die Menge und Art der hinzugetretenen Stoffe nicht genau bekannt ist, und der Verlauf chemischer Reaktionen durch die Konzentration und die Gegenwart anderer Salze beeinflusst wird. Es ist eine unbestrittene Thatsache, dass das Wasser stets Bestandtheile des Bettes, in welchem es lagert oder sich bewegt, löst oder auch mechanisch aufnimmt. Im vorliegenden Falle scheint dies in besonderem Maasse stattzufinden, da sich in der betreffenden Gegend wiederholt Höhlungen von solcher Ausdehnung im Boden gebildet haben, dass die darüber liegende Erdkruste einstürzte und zusammenbrach. Dieser Vorgang wird später noch eine eingehendere Würdigung finden. Hier sei nur darauf hingewiesen, dass hierdurch die Bestandtheile des Wassers in qualitativer und quantitativer Hinsicht beeinflusst werden, noch mehr wird dies der Fall sein in Folge des Umstandes, dass sich Säure in freier Form in den Endlaugen vorfindet.

Bezüglich der Veränderungen des Wassers durch physikalische Vorgänge ist darauf hinzuweisen, dass vom Boden manche Stoffe, welche in denselben mit dem Wasser gelangen, zurückgehalten und dafür andere abgegeben werden. In dieser Hinsicht bieten für den vorliegenden Gegenstand ein besonderes Interesse die Versuche, welche Fricke, Haselhoff und Koenig[1]) durch Berieselung mit salzhaltigem Wasser angestellt haben. Durch dieselben ist festgestellt worden, dass im Kalkboden von chlormagnesiumhaltigem Wasser die Magnesia festgehalten und dafür Kalk, Kali und Natron abgegeben wird. Diese Beobachtung ist auf die vorliegenden Verhältnisse anwendbar. Die bei der Fabrikation von Chlorkalium entstehenden Abwässer sind reich an Chlormagnesium und werden am Kahnstein in das zerklüftete Kalksteingebirge eingelassen; unter diesen Bedingungen ist ein theilweises Verschwinden der Magnesia wohl erklärlich. Ganz ähnlich dürfte das Schicksal des Brommagnesiums sein. Dasselbe ist in den Endlaugen in weit geringerer Menge vorhanden als die Chlorverbindung. Der Umstand, dass dieses Salz in den verunreinigten Quellen nicht aufgefunden wird, ist demgemäss nicht hinreichend beweiskräftig, um die Beeinflussung des Quellwassers durch die Endlaugen der Langelsheimer Chlorkaliumfabrik von der Hand zu weisen.

Bisher wurde nur von der Annahme ausgegangen, dass eine solche Verbindung zwischen Grund- und Abwasser bestehen könnte; die Möglichkeit, dass ersteres seinen Reichthum an anorganischen Bestandtheilen durch Auslaugung salzführender Gebirgsschichten erlangen könne, ist bisher noch nicht berücksichtigt worden. Dass dies nicht der Fall ist, hierfür wird der Nachweis auf geologischer Basis noch zu erbringen sein.

Die chemische Untersuchung ist allein nicht im Stande, die Ursachen der Quellenverunreinigung vollständig aufzuklären, sie hat vielmehr nur die grösste

[1]) Fricke, Haselhoff und Koenig, Ueber die Veränderungen und Wirkungen des Rieselwassers bei der Berieselung. Landwirthschaftliche Jahrbücher, 22. Bd. S. 845.

Wahrscheinlichkeit ergeben, dass diese in der Einleitung der Endlaugen in den Kahnstein zu suchen ist. Es erübrigte daher noch den Nachweis der Thatsache durch Berücksichtigung der geologischen Verhältnisse zu führen. Da dem Kaiserl. Gesundheitsamte ein Vertreter der Geologie nicht angehört, so wurde auf Veranlassung des Herrn Staatssekretärs des Innern der Königl. Preuss. Landesgeologe Dr. Beyschlag durch den Herrn Minister für Handel und Gewerbe beauftragt, sich an den betreffenden Arbeiten behufs Unterstützung des Kaiserl. Gesundheitsamtes zu betheiligen. Derselbe äussert sich über die in Betracht kommenden Verhältnisse, sowie über die oben gestellten Fragen hinsichtlich der Verunreinigung der Quellen und der Möglichkeit einer weiteren Ausbreitung dieses Uebelstandes in folgender Weise:

Bodengestalt und Bodenbeschaffenheit des subhercynischen Thalgebietes der Innerste werden beherrscht und bestimmt durch zwei eigenartig gebaute Höhenzüge, deren östlicher unter dem Namen des „Salzgitter'schen Höhenzuges" in der geologischen Litteratur gekannt ist, während der westliche seit Schlönbachs für die Geologie jener Gegend massgebenden Arbeiten den Namen der „Linken Innerste Kette" trägt. Indem sie ihren vom Harz her nahezu parallelen Verlauf an der nordwestlichen Grenze des uns interessirenden Gebietes, unterhalb Baddeckenstedt in konvergirendem Sinne ändern, bilden sie, sich verbindend, den wallartig hervortretenden, geschlossenen Rand einer flachen, von der Innerste durchflossenen Schichtenmulde. Der Kürze wegen wollen wir sie nach dem herrschenden Gestein, das sie zusammensetzt, und nach einem nahezu zentral in ihr gelegenen Orte die „Ringelheimer Pläner Mulde" nennen.

Nur gegen SO. ist sie geöffnet und tritt jenseits der Oker und Radau mit dem grossen, den gesammten N.-Rand des Harzes flankirenden Kreidegebiete in Verbindung. Im schroffen Gegensatz zur Einfachheit und Einheitlichkeit des Mulden-Innern in Bezug auf geologische Beschaffenheit der Schichten und Tektonik derselben, steht die Mannigfaltigkeit des bezeichneten bald breiteren bald schmäleren Randes nach Bau und Gesteinsart. Dennoch sind gewisse Charakterzüge dem aus mesozoischen Gebirgsgliedern bestehenden Rande allenthalben eigen.

Von Goslar über Langelsheim bis zur Landesgrenze „auf den Dolgen" lehnt sich unser Muldenrand unmittelbar an die alten, im Niederländischen System gefalteten Schichten des Oberharzes an und zeigt in diesem Theile ein dem Verlaufe des nördlichen Harzrandes entsprechendes OSO.—WNW.-Streichen mit steilem nördlichen Einfallen.

Bei Langelsheim, dem Sitz der uns beschäftigenden Chlorkaliumfabrik, hat die mit starkem Gefälle vom Oberharz herabkommende Innerste eine breite und tiefe Bresche quer durch den südlichen Muldenrand gefurcht und damit den Oberflächenzusammenhang des östlich des Ortes gelegenen Kahnsteins mit dem westlich gelegenen Steinkuhlenberge unterbrochen.

Mit dem Eintritt des Flusses in den südlichen Muldenrand endet der noch heute erodirend wirkende Oberlauf der Innerste, und der durch ausgedehnte horizontale Flankenabsätze, Terrassen von Lehm und Schotter bezeichnete mit geringem Gefälle begabte Mittellauf beginnt. Auf diesen fluviatilen Ablagerungen, deren in der

Diluvialzeit beginnende Bildung bis zur Gegenwart dauert, liegt der Ort Langelsheim in der erwähnten Bresche. Unter ihnen verdeckt, verbinden sich die Schichten des Kahnsteins mit denen des gegenüber gelegenen Steinkuhlenberges. Nachdem die Innerste somit in die Ringelheimer Pläner Mulde eingetreten, dringt sie mit zunächst nördlichem Lauf in die Mitte derselben vor, durchfliesst von Ostharingen bis Baddeckenstedt dieselbe ihrer Längsaxe nach, im Ganzen vom östlichen wie vom westlichen Rande annähernd gleich weit entfernt. Bei Binder durchsägt sie alsdann den nördlichen Muldenrand und tritt in einen geologisch wie hydrologisch von dem uns beschäftigenden Gebiete unabhängigen neuen Bezirk ein. — Die Vorgänge nun, deren event. ursächlicher Zusammenhang durch die im Auftrage des Kaiserl. Gesundheitsamtes erfolgte Untersuchung zu ergründen war, spielen sich sämmtlich innerhalb der auf Tafel VII dargestellten Ringelheimer Pläner Mulde ab. Die in der Chlorkaliumfabrik zwischen Bahnhof und Ort Langelsheim entstehenden Chlormagnesiumreichen Endlaugen fliessen durch eine eiserne, im Alluvium des Innerstethales versenkte Röhrenfahrt in NO.-Richtung bis zu den am westlichen Fusse des Kahnsteines in der Thalsohle der Innerste belegenen Klärbassins, die ihrerseits mit zwei durch das Thalalluvium hindurch in den Kreidekalk (Pläner) abgetäuften Schächten in Verbindung stehen. Soweit die Endlaugen nicht bereits innerhalb der im alluvialen groben Innerstekiese ausgehobenen Klärbassins versickern, fliessen sie in diese Schächte, um dort zu versinken.

Wie diese Einlaufsstelle der Endlaugen, so liegen auch die sämmtlichen Punkte, wo dieselben angeblich mit Quellwässern vermischt wieder zu Tage treten sollen, im Innern der Ringelheimer Pläner Mulde und zwar zunächst bei Altwallmoden, dann aber weiterhin bei Baddeckenstedt und Binder.

Als diejenigen Factoren nun, welche für die Beurtheilung der oberirdischen wie der unterirdischen Wasserzirkulation und damit zusammenhängend, der Entwickelung und Beeinflussung von Quellen von Bedeutung sind, haben wir näher zu betrachten:

Die Schichtenfolge, Gesteinsbeschaffenheit und Lagerungsverhältnisse der Ringelheimer Pläner Mulde und ihrer Ränder.

An der Zusammensetzung der Mulde und ihrer Ränder nehmen von unten nach oben folgende Formationen Theil:

Muschelkalk, — Keuper, — Jura, — Kreide.

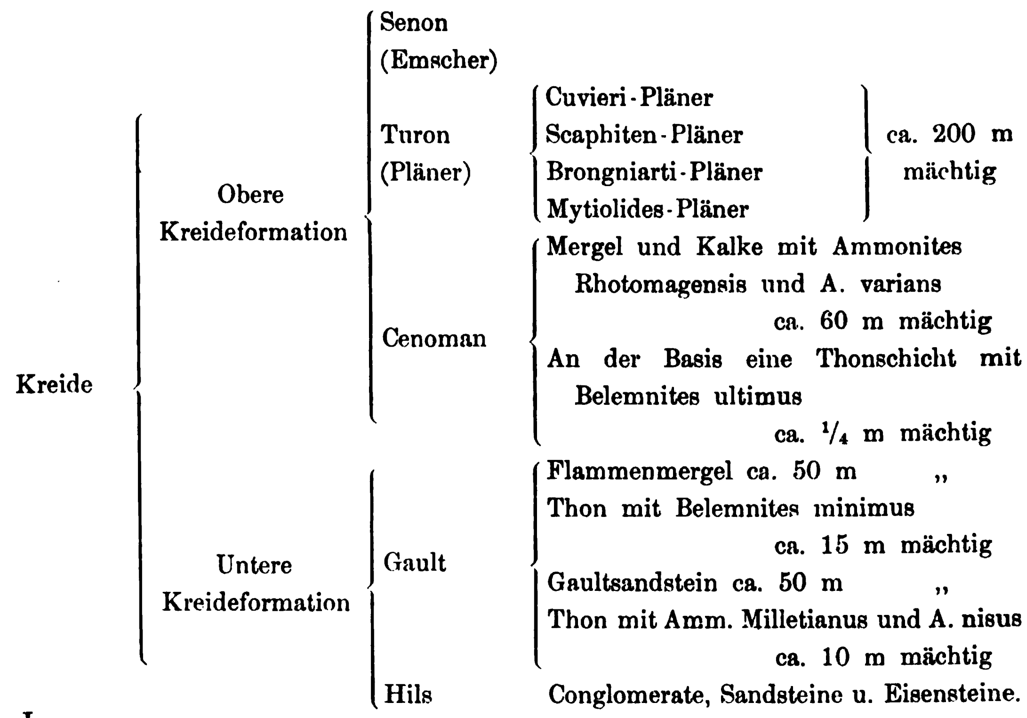
Die beiden obersten Abtheilungen der Kreide (Turon und Senon) erfüllen das Innere des Beckens; sie legen sich auf die randlichen Bildungen zunächst mit einem steilen Einfallen, das jedoch nach dem Muldeninneren zu schnell flacher und flacher wird, um schliesslich auf weite Strecken fast horizontal zu lagern. An dem Bau und der Zusammensetzung der Muldenränder nehmen hauptsächlich die in steilerer Schichtenstellung auftretenden tieferen Glieder der Kreide (Cenoman, Gault und Hils) Theil und gewinnen wegen ihrer bald wasserdurchlässigen, bald völlig undurchlässigen Gesteinsbeschaffenheit eine nicht unwesentliche Bedeutung für die vorliegende Untersuchung.

Wie das beigelegte Querprofil (Tafel VII) durch die Ringelheimer Pläner Mulde und ihre Ränder anzeigt, sind sämmtliche Schichtenglieder der Kreide untereinander

gleichförmig (konkordant) gelagert, so dass die Randbildungen des Salzgitter'schen Höhenzuges mit denjenigen der „Linken Innerste Kette“ unterirdisch zusammenhängen.

Dagegen findet gegenüber allen tieferen, nur in den Muldenrändern zu Tage tretenden Formationen eine ungleichförmige (diskordante) Auflagerung der Kreideformation statt, so dass der im Profil angedeutete Verlauf der dem Jura, Keuper und Muschelkalk angehörenden Schichten unterhalb der Kreidemulde nach den an den Rändern möglichen Tagesbeobachtungen konstruirt ist.

Die Schichtenfolge dieser Gegend unter besonderer Berücksichtigung der Kreideformation ist nun folgende:



Kreide	Obere Kreideformation	Senon (Emscher)		
		Turon (Pläner)	Cuvieri-Pläner Scaphiten-Pläner Brongniarti-Pläner Mytiolides-Pläner	ca. 200 m mächtig
		Cenoman	Mergel und Kalke mit Ammonites Rhotomagensis und A. varians ca. 60 m mächtig An der Basis eine Thonschicht mit Belemnites ultimus ca. 1/4 m mächtig	
	Untere Kreideformation	Gault	Flammenmergel ca. 50 m „ Thon mit Belemnites minimus ca. 15 m mächtig Gaultsandstein ca. 50 m „ Thon mit Amm. Milletianus und A. nisus ca. 10 m mächtig	
		Hils	Conglomerate, Sandsteine u. Eisensteine.	

Jura
Keuper
Muschelkalk.

Was die **Beschaffenheit dieser Schichten** anlangt, so bestehen die Senonen-Schichten der Oberen Kreide aus grauen Thonmergeln und Kalkmergeln. Sie bilden nur einzelne auf die Grundwasserbewegung ziemlich einflusslose dünne Platten im Innern des Beckens, dessen Hauptmasse durch den über 200 m mächtigen, nach seiner Versteinerungsführung und petrographischen Beschaffenheit viergliederigen Turon-Pläner erfüllt ist. Diese Pläner bestehen aus Kalken und Kalkmergeln in zahlloser Wiederholung und Wechsellagerung; sie sind wegen ihrer hohen Löslichkeit durch atmosphärische Wasser von klüftiger Beschaffenheit und deshalb fast allenthalben ausserordentlich wasserdurchlässig. Wo steilere Schichtenaufrichtung, wie nahe den Muldenrändern, Platz greift, ist durch den mechanischen Vorgang der Schichtenfaltung das Schichtengefüge gelockert und die Bänke in viele Theile zerklüftet.

Solcher Art entstandene Spalten, Risse und Klüfte, die fernerhin von den Atmosphärilien erweitert und vertieft sind, werden die unterirdischen kanalartigen Zirkulationswege des Wassers. Die vorgeschilderten Erscheinungen sind am Kahnstein bei Langelsheim, wo die Endlaugen der Chlorkaliumfabrik in den Klüften des Pläner-Kalkes verschwinden, aufs Deutlichste zu beobachten.

Von ähnlicher Beschaffenheit, aber in Folge eines durchschnittlich etwas bedeutenderen Thongehaltes der Kalke und Mergel etwas schwerer für das Wasser passirbar sind die Cenomanen-Pläner, deren tiefste, freilich kaum $^1/_2$ m mächtige Schicht (mit Belemnites ultimus) völlig thonig und wasserzurückhaltend ist. An ihr finden die dem Gesetz der Schwere folgenden im Bereiche der Pläner-Mulde niedersinkenden atmosphärischen Wasser ebenso wie die Endlaugen auf dem Wege zur Tiefe den ersten Widerstand.

Weiter folgen nach der Tiefe zu die vier Glieder des Gault, von denen die mit dem Namen „Flammenmergel" bezeichneten Kalksandsteine und weiterhin ganz besonders der Gaultsandstein durchlässige Gebirgsglieder sind, während der zwischen ihnen liegende 15 m mächtige Minimusthon und weiterhin die an der Basis des Gault lagernden 10 m mächtigen Thone mit A. Milletianus und nisus ganz zweifellos allem weiteren Niedersinken von Wasser der Beckenoberfläche oder der höheren Schichten ein Ziel setzen.

Mit den aus wasserdurchlässigen Conglomeraten, Sandsteinen und Eisenerzen bestehenden geringmächtigen Schichten des Hils schliesst die Kreideformation im subhercynischen Gebiet nach unten ab und überlagert diskordant alle älteren der Jura, Keuper und Muschelkalkformation zugehörigen Schichten, deren zumeist undurchlässige Beschaffenheit hier nicht weiter interessirt, da die zwei Thonhorizonte des Gault unzweifelhaft die ganze Wasserführung der Kreidemulde nach unten begrenzen.

Schliesslich noch wenige Worte über die Lagerungsverhältnisse der Schichten in dem bezeichneten Gebiet: Wie die beigegebene Uebersichtskarte (Tafel VII) zeigt, bilden die vorgenannten Formationen eine NW—SO gestreckte, nach SO geöffnete, in der Querlinie Salzgitter-Altwallmoden zusammengeschnürte flache Mulde.

Diese Lagerungsform ist das Ergebniss eines horizontal wirkenden faltenden Druckes der, in postkretaceischer Zeit sich äussernd, mit der Herausbildung des Harzes ursächlich, räumlich und zeitlich zusammenhängt. Diesem Vorgange entsprechend sind die Schichten in der Nähe der Hauptfalten, also der Muldenränder, steil aufgerichtet, zerknickt, zerbrochen und zerrüttet, im Muldeninnern dagegen weniger alterirt.

Die Zusammenschnürung der Mulde auf der Linie Altwallmoden-Salzgitter ist die Folge einer Querverwerfung, deren unbedeutendere Nachklänge als Parallelsprünge den südlichen Theil der „linken Innerstekette" noch mehrfach durchqueren. — Wo die steile Schichtenstellung der muldenfüllenden Schichten in die der horizontalen genäherte, flache übergeht, bildet sich ein Schichtenknick aus, der schematisch in nebenstehender Skizze dargestellt ist. Derselbe verläuft parallel dem

SW-Muldenrande, in durchschnittlich etwa 2 km Abstand von demselben. Er bot den in den durchlässigen, klüftigen Plänerkalken zirkulirenden Wassern einen willkommenen und bequemen Weg, der sich durch mechanische und chemische Auflösung des Gesteins längs der Knicklinie allmählich zu einem unterirdischen unregelmässig gestalteten Kanal erweiterte. Sein Verlauf ist angezeigt durch eine kontinuirliche Reihe von Erdfällen, die sich bis in die gegenwärtige Zeit hinein fortdauernd noch vertiefen, erweitern, ja von Neuem bilden. Der grösste Theil dieser in einer nahezu geraden Linie sich anordnenden Erdfälle ist in der beigegebenen Karte (Tafel VII) verzeichnet. Stellen diese Erdfälle sonach nur die durch Zusammenbruch der ihrer Unterlage beraubten Plänerschichten entstandenen Tagesöffnungen einer unterirdischen, wassererfüllten Röhre dar, so ist klar, dass bei genügendem durch Höhendifferenz bewirktem Ueberdruck die in den schlauchförmigen Hohlräumen zirkulirenden Wasser nach dem Gesetz der kommunizirenden Röhren bis in die Erdfälle hinaufsteigen, ja unter Umständen über den Rand derselben überfliessen werden. Die Quellen von Altwallmoden und Baddeckenstedt, deren Verunreinigung durch die Endlaugen der Kalifabrik Langelsheim beklagt wird, sind nun derartige Erdfälle, aus denen das Wasser bei gewöhnlichem mittleren Grundwasserstand kontinuirlich ausfliesst. Bei niedrigen Grundwasserständen versiegen die höher gelegenen, z. B. der „Spring" zu Altwallmoden periodisch, Die Mehrzahl dieser Quellen, deren Becken die untrüglichsten Merkmale trichterförmig nach oben erweiterter Erdfälle aufweist, liegen nur wenig über der benachbarten Alluvial-Aue der Innerste. Der Druck, mit welchem das Wasser in denselben zu Tage gefördert wird und dementsprechend die Höhe, bis zu welcher dasselbe aufsteigt, ist abhängig von dem ziffermässig nicht genau bekannten aber aus der Flussgeschwindigkeit zu schätzenden Gefälle der Innerste von ihrem Eintritt in unsere Plänermulde bis nach Altwallmoden bezw. Baddeckenstedt oder Binder.

Nach dem Gesagten gelangen wir zu folgender Auffassung der Grundwasserverhältnisse in der Ringelheimer Plänermulde:

Das Grundwasser derselben setzt sich zusammen

1. aus den im Bereich der Mulde fallenden atmosphärischen Niederschlägen,
2. dem vom Innerste-Fluss in die Mulde hineingetragenen Wasser.

Da die Innerste meist in einem aus grobem Kies und Sand, selten aus feinerem Schlick bestehenden Bett fliesst, so ist eine dauernde Kommunikation zwischen Grundwasser und Flusswasser vorhanden und damit das Niveau der Innerste annähernd gleich dem Grundwasserniveau des Muldeninneren zu setzen. Das Ringelheimer Plänerbecken ist nun vom Grundwasserniveau abwärts, soweit die durchlässige Gesteinsbeschaffenheit reicht, mit Grundwasser gefüllt, das nach unten durch die undurchlässigen Thonschichten begrenzt und von denselben getragen wird. Die Bewegungsrichtung der Grundwasserwelle im Plänerbecken folgt im Allgemeinen dem Laufe der Innerste. Die Bewegung ist erleichtert und damit die Geschwindigkeit erhöht innerhalb der oberirdisch durch die Erdfälle angedeuteten Bruchlinie auf der linken Innerste-Seite. Wo auf dieser Linie durch andauernde unterirdische Zirkulation eine Auflösung kalkig-mergeliger Gesteine und eine mechanische Zerstörung derselben in grösserem Maasse stattfand, brach das hangende Gestein bis zur Erdoberfläche nach

und es bildeten sich Erdfälle. Reichen die Tagesöffnungen derselben bis in das Grundwasser hinab, so tritt das Wasser in diese Erdfälle ein und fliesst, falls die Ränder derselben nicht höher als das Grundwasserniveau liegen, frei aus.

Diesen Vorstellungen entsprechend muss jede chemische Verunreinigung des Grundwassers, wie z. B. die Chlormagnesium-reiche Endlauge des Langelsheimer Kaliwerkes entsprechend der Bewegungsrichtung und dem Gefälle des Grundwassers sich innerhalb der gesammten Plänermulde verbreiten, sich aber vor allem dort am intensivsten zeigen, wo die Geschwindigkeit des Wassers am grössesten ist und sonach ein rascher Weitertransport der sonst nur allmählich und vorzugsweise durch Diffusion sich verbreitenden Laugen stattfindet. Da zudem der Einlasspunkt der Endlaugen nahe der durch die Erdfälle bezeichneten Bruchlinie liegt, so gelangen dieselben offenbar und ohne Verzug und ohne sich vorher wesentlich verdünnt zu haben in den die Quellen von Altwallmoden und Baddeckenstedt speisenden Wasserzug.

Die undurchlässigen Thonschichten in den tieferen Theilen der Mulde, die sich westlich und nördlich von Baddeckenstedt das Plänerbecken schliessend zu Tage herausheben, verhindern ein Eindringen der intensiver verunreinigten Grundwasserströme und mit solchen zusammenhängenden Quellen in andere, ausserhalb der Ringelheimer Plänermulde gelegene Gebiete. Deshalb ist denn auch von Quellverunreinigungen ausserhalb derselben nirgends etwas bekannt geworden. Nur soweit die in der Ringelheimer Mulde zu Tage tretenden verunreinigten Quellen oder Grundwasserströme zur Innerste abfliessen, kann und wird auf diesem Umwege durch die Innerste auch eine weitere Verunreinigung der weiter abwärts belegenen Partieen des Innerste-Thales stattfinden.

Nur eines sei noch erwähnt, dass es nämlich gänzlich ausgeschlossen ist anzunehmen, die verunreinigenden Bestandtheile jener Quellen könnten aus primären Ablagerungen der im Becken verbreiteten Schichten der Kreideformation stammen. In der subhercynischen Kreide sind überhaupt nirgends Salzablagerungen bekannt, am allerwenigsten aber solche, deren Zusammensetzung das massenhafte Chlormagnesium der Quellen erklären könnte. Die salzführende Formation im subhercynischen Hügellande ist die Zechsteinformation. Im Salzgitter'schen Höhenzuge und auch auf der Westeite der „linken Innerstekette" führt dieselbe Stein- und Kalisalzlagerstätten, die dortselbst in ansehnlicher Tiefe liegen. Eine Auslaugung dieser Lager durch die in der Ringelheimer Plänermulde zirkulirende Grundwasserwelle ist jedoch durch das Vorhandensein der mehrerwähnten Thonlager des Gault, der Kreideformation, die ein Eindringen der Wasser in jene salzführenden Schichten verhindern, völlig ausgeschlossen.

Soweit die Quellen im Innerstethale und speziell in der Ringelheimer Plänermulde von örtlichen Niederschlägen oder durch die höchsten unmittelbar von der Innerste beeinflussten Grundwasserniveaus gespeist werden, ist eine Verlaugung auch weiterhin nicht zu befürchten. Soweit dieselben jedoch von den tieferen Grundwasserzügen abhängig sind — und das gilt vor allem von sämmtlichen aus Erdfällen hervorleitenden Quellen, den sogenannten „Springs" — sind sie entweder bereits verlaugt, oder werden der Verlaugung allmählich anheimfallen.

Tag der Entnahme 1893	Spring		Hildesheimer Quelle		Erdbrunnen		Achillesbrunnen		Brunnen von W. in Altwallmoden	
	Stunde der Entnahme	Ergebniss	Stunde der Entnahme	Ergebniss	Stunde der Entnahme	Ergebniss	Stunde der Entnahme	Ergebniss	Stunde der Entnahme	Ergebniss
April										
16.	1^h p. m.	+++++	—	—	—	—	—	—	—	—
	$7^h 30$ p. m.	+++++	—	—	—	—	—	—	—	—
17.	$8^h 30$ a. m.	++++	—	—	—	—	—	—	—	—
	7^h p. m.	++	—	—	—	—	—	—	—	—
18.	4^h p m.	+++	11^h a. m.	++	—	—	$10^h 45$ a. m.	+++++	9^h a. m.	++++
19.	1^h p. m.	+	10^h a. m.	++	11^h a. m.	++	$8^h 30$ a. m.	++	1^h p. m.	+++
	8^h p. m.	+	—	—	$6^h 30$ p. m	—	6^h p. m.	+++	—	—
20.	6^h p. m.	+	11^h a. m.	+	8^h p. m.	++	7^h a. m.	—	$6^h 30$ p. m.	+
21.	—	—	$2^h 30$ p. m.	++	—	—	4^h p. m.	+++	—	—
22.	—	—	9^h a. m.	+++	9^h a. m.	++	$8^h 30$ a. m.	+++	—	—
	—	—	—	—	—	—	9^h p. m.	+	—	—
23.	—	—	10^h a. m.	+++	10^h a. m.	+	—	—	—	—
24	—	—	11^h a. m.	++	$11^h 30$ a. m.	—	—	— (?)	—	—
29.	—	—	—	—	—	+++	—	—	—	—
30	—	—	—	—	—	+++	—	—	—	—
Mai										
1.	—	—	—	—	—	+++	—	—	—	—
2.	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—
3.	—	—	—	—	—	++	—	—	—	—
4.	—	—	—	—	—	++	—	—	—	—
5.	—	—	—	—	—	+++	—	—	—	—
6.	—	—	—	—	—	+++	—	—	—	—
7.	—	—	—	—	—	++	—	—	—	—
8.	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—
9.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Unter Berücksichtigung der im vorstehenden geologischen Gutachten entwickelten örtlichen Verhältnisse schien der Versuch, die Endlaugen mit einem Farbstoff zu färben und diesen wieder im Quellwasser nachzuweisen, Aussicht auf Erfolg zu bieten, zumal aus den Akten zu ersehen war, dass ein ähnliches Unternehmen bereits früher theilweise geglückt war, indem die Einführung einer Fuchsinlösung in die Erdspalten am Kahnstein eine Rothfärbung des Springwassers in Altwallmoden zur Folge hatte. Von einer Verwendung dieses Farbstoffes wurde Abstand genommen, weil derselbe unter gewissen Bedingungen sich entfärben kann. Vorversuche, welche in dieser Richtung angestellt wurden, ergaben, dass Fluorescëin geeigneter sei.

Bei entsprechender Versuchsanordnung, d. h. bei Benutzung eines convergirenden Lichtbündels im dunkeln Raum, liess sich Fluorescëin noch in einer Verdünnung von 1 : 1 Milliarde nachweisen.

Am 12. April 1893 wurden Abend 7 Uhr 4 kg Fluorescëin, welche in Aetznatron gelöst worden waren, in das Klärbassin am Kahnstein gegeben.

Brunnen von F. in Baddeckenstedt		Schüttbrunnen		Quelle bei Binder		Teich bei Solderhof		Innerste bei Ringelheim	
Stunde der Entnahme	Ergebniss	Stunde der Entnahme	Ergebniss	Stunde der Entnahme	Ergebniss	Stunde der Entnahme	Ergebniss	Stunde der Entnahme	Ergebniss
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
$10^{h}30$ a. m.	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	11^{h} a. m	+++	4^{h} p. m.	+++	7^{h} p. m.	+++
—	—	2^{h} p. m.	—	—	—	—	—	—	—
—	—	11^{h} a. m.	—	$10^{h}30$ a. m.	—	—	++++	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	10^{h} a. m.	—	10^{h} a. m.	++	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Der technische Hilfsarbeiter im Kaiserl. Gesundheitsamte Dr. Heise wurde beauftragt, Wasserproben an verschiedenen Orten zu schöpfen, diese vorläufig zu untersuchen und dann zur endgiltigen Prüfung an das Gesundheitsamt einzusenden. Derselbe konnte den Farbstoff am 17. April Mittags im Wasser des Spring in Altwallmoden und am 21. d. M. an der Hildesheimer Quelle und im Achillesbrunnen nachweisen.

Aus äusseren Gründen konnte bei der Untersuchung an Ort und Stelle nicht derselbe Grad von Genauigkeit erzielt werden, wie bei den Ermittelungen im Laboratorium des Gesundheitsamts.

Dass der Nachweis hier nachträglich für eine frühere Zeit geführt werden konnte als an Ort und Stelle, ist vorwiegend dem Umstande zuzuschreiben, dass die Wasser vor der Laboratoriums-Untersuchung eingeengt, und der vorhandene Farbstoff in einer geringen Menge Flüssigkeit wieder aufgenommen wurde. Von jeder Probe

wurden 300—400 ccm mit Essigsäure schwach angesäuert und in einer Platinschale bis auf ungefähr 50 ccm eingedampft; letztere wurden mit Aether, dem etwas Salzsäure zugesetzt war, ausgeschüttelt. Nach Abscheidung des Wassers durch einen Scheidetrichter wurde der Aether abermals mit alkalisch gemachtem destillirtem Wasser geschüttelt und in letzterem das Fluroscëin durch das oben geschilderte Verfahren optisch nachgewiesen. Das Ergebniss dieser Laboratoriums-Untersuchung, deren Zuverlässigkeit durch Kontrolversuche erprobt worden ist, zeigt die vorstehende Tabelle (S. 184 u. 185), in welcher der positive Erfolg durch das Zeichen + der negative durch das Zeichen — ausgedrückt ist. Die Unterschiede in der Stärke der wahrgenommenen Färbung sind durch entsprechende Anzahl der Zeichen + angedeutet.

Dieses Ergebniss bestätigt vollständig das Resultat der geologischen Untersuchung. Durch dasselbe ist unzweifelhaft nachgewiesen, dass die Verunreinigung der fraglichen Quellen im Innerstethale durch die Einleitung der Endlaugen der Chlorkaliumfabrik in Langelsheim in den Kahnstein verursacht worden ist. Die Ansicht, dass sich diese auch künftig nur auf die als „Ringelsheimer Plänermulde“ bezeichnete Gegend erstrecken kann, hat auch hierdurch ihre Bestätigung gefunden. Die Quelle von Binder liegt hart am Rande dieser Mulde. Das Auftreten von Fluorescëin in ihrem Wasser lässt vermuthen, dass die Möglichkeit einer späteren Verunreinigung, welche zur Zeit noch nicht eingetreten ist, besteht. Wenn weiterhin der Farbstoff sich zeigte in den Brunnen von W. in Altwallmoden, ohne dass die chemische Beschaffenheit des Wassers desselben mit dem der thatsächlich verunreinigten Quellen übereinstimmt, so verräth dieser Befund, dass die Abflüsse der letzteren zu den mehr oberflächlich gelegenen Grundwasserströmen gelangt sind, welche diesen Brunnen versorgen. Der Nachweis des Farbstoffes ist ein viel feinerer als der der etwa eben beginnenden Anreicherung mit Chlor und Magnesia, da geringe Vermehrungen dieser beiden Bestandtheile nicht ausschliesslich auf das Eintreten eines solchen Ereignisses, sondern auch auf andere Umstände wie Bodenverunreinigung u. dergl. bezogen werden können.

In die Innerste ist das Fluorescëin sowohl durch das Grundwasser wie durch die Abflüsse der betreffenden Quellen gelangt. Bei den in Baddeckenstedt in Betracht kommenden Quellen war das Ergebniss am unregelmässigsten hinsichtlich des Erdbrunnens. Auf Veranlassung des Gesundheitsamtes wurden daher von dem Gemeindevorsteher daselbst während der folgenden 14 Tage je eine Probe entnommen und nach Berlin eingesandt. Mit Hilfe dieser liess sich die Dauer der Färbung gut verfolgen. Dieselbe hielt mit einer Schwankung ihrer Intensität zwischen dem 2. und 4. Mai bis zum 8. d. M. an und verschwand dann vollkommen.

III. Das Innerste-Wasser zwischen Langelsheim und Hildesheim.

Mit Rücksicht auf die geringe Oxydirbarkeit[1]) und die, wenn auch wechselnden, doch durchschnittlich niedrigen Gewichte des Glühverlustes könnte man annehmen, dass das Innerste-Wasser als ein sehr reines Flusswasser anzusehen wäre.

---

[1]) Die Analysenresultate sind am Schlusse des Gutachtens in der Zusammenstellung der Untersuchungs-Ergebnisse unter B „Flusswasser“ mitgetheilt.

Die Besichtigung des Flusses selbst und seiner Ufer lehrt jedoch das Gegentheil; sein Wasser macht dort den Eindruck einer starken Verunreinigung; es ist schmutziggrau und trübe durch die Aufschwemmung des Pochschlammes aus den Oberharzer Hüttenwerken. Dieser legt sich an den Ufern zum Theil als feiner Schlick ab oder überzieht die Pflanzentheile daselbst mit einer grauschmutzigen Schicht. In Folge seiner Feinheit wird er durch die Wellen leicht aufgewühlt und es bilden sich dann eigenthümliche wolkenartige Aufwirbelungen. Diese Erscheinung spricht sich auch in den Schwankungen des Gewichts der suspendirten Theile deutlich aus; je nachdem die Probe an einer mehr oder minder schnell fliessenden Stelle geschöpft wurde, stieg oder fiel die Menge dieser Bestandtheile. Das Niedersinken derselben geht nur langsam vor sich. Es waren bei den entnommenen Proben mehrere Tage vollkommen ruhigen Stehens nothwendig, um eine Klärung des Wassers zu erzielen; allerdings war diese dann eine vollkommene, da der fein vertheilte Schlamm als Klärmittel wirkte.

Diese Verunreinigung schliesst die Verwendung des Innerstenwassers für viele industrielle Zwecke aus. So wird es in ungeändertem Zustande für Zuckerfabriken, Wäschereien, Bleichereien und Färbereien unbrauchbar sein; auch für Speisung von Dampfkesseln ist es nicht geeignet, in sofern das Absetzen des Schlammes eine häufigere Reinigung erforderlich macht, welche Störungen im Betrieb und unnöthige Kosten verursacht.

Für landwirthschaftliche Zwecke ist Schlamm eine unbequeme Beigabe, indem er in Folge seiner mineralischen Abstammung jeglichen Dungwerthes entbehrt und bei Bewässerung von Wiesen eine Verschmutzung herbeiführt.

Zum Tränken des Viehes ist das Wasser abgesehen von seiner äusserlichen Beschaffenheit nicht verwendbar, weil in dem äusserst fein vertheilten Schlick Metalle (insbesondere Blei) vorhanden sind, welche bei andauerndem Genusse Erkrankungen oder Vergiftungen herbeiführen können. Es enthielt eine Probe Innersteschlammes

	% Blei	% Zink	% Kupfer	Arsen
bei Langelsheim	2,85	3,12	0,09	Spuren
„ Ringelheim	0,95	1,06	0,04	„
„ Derneburg	1,61	2,12	0,07	„
„ Hildesheim	1,31	1,00	0,12	„

Unter den obwaltenden Verhältnissen bildete sich die Meinung, dass bei diesem ohnehin für viele Zwecke nicht mehr verwendbaren Flusswasser die Einleitung der Endlaugen aus der Chlorkaliumfabrik zu Langelsheim zulässig sei, andere dagegen waren der Ansicht, dass gerade wegen der bereits bestehenden Missstände jede weitere Verunreinigung der Innerste zu vermeiden sei.

Vom Standpunkte derjenigen Behörde, welcher die Fürsorge für die Reinhaltung der öffentlichen Flussläufe obliegt, wird man nicht nur der letztgenannten Ansicht beistimmen, sondern auch auf Vorkehrungen zur Beseitigung des gegenwärtigen Zustandes Bedacht nehmen müssen. Um jedoch eine etwa unnöthige Schädigung der Chlorkaliumfabrikation zu vermeiden, wird man sich vor der Ergreifung von Maass-

Zusammenstellung der Untersuchungs-Ergebnisse.

I. Unter-

Nr.	Tag der Entnahme	Entnahme-Stelle	Schwefel-wasserstoff	Chlor	Schwefelsäure	Salpetersäure	Salpetrige Säure
1.	11. VIII. 92	Pumpbrunnen in Bredelem	0	vorhanden		schwach	0
2.	„	„ „ Gross Heere bei Haus Nr. 59	„	„	„	„	„
3.	„	„ „ Baddeckenstedt bei B. . .	„	„	„	0	0
4.	„	Hildesheimer Quelle bei Baddeckenstedt .	„	„	„	schwach	„
5.	„	Erdbrunnen (Quelle) „ „ .	„	„	„	„	„
6.	„	Achillesbrunnen (Quelle) in „ .	„	„	„	„	„
7.	„	Schachtbrunnen in Rehne bei Haus Nr. 4 .	„	„	„	„	„
8.	„	Quelle bei Binder	„	„	„	„	„

II. Unter-

Nr.	Tag der Entnahme	Entnahme-Stelle	Schwefel-wasserstoff	Chlor	Schwefelsäure	Salpetersäure	Salpetrige Säure
1	14. IV. 93	Spring in Altwallmoden	0	vorhanden		Spur	0
2.	„	Pumpbrunnen bei E. in Altwallmoden . .	„	„	„	„	„
3.	„	„ „ W. „ „ . .	„	„	„	„	„
4.	15. IV. 93	Hildesheimer Quelle bei Baddeckenstedt .	„	„	„	„	„
5.	„	Erdbrunnen (Quelle) bei „ .	„	„	„	„	„
6.	„	Achillesbrunnen (Quelle) in „ .	„	„	„	„	„
7.	„	Schüttbrunnen (Quelle) bei „ .	„	„	„	„	„

regeln noch durch spezielle Ermittelungen darüber zu vergewissern haben, ob die Innerste die Zuführung von Abwässern bestimmter Mengen und Zusammensetzung verträgt. In gewissem Sinne ist das Experiment schon unfreiwilliger Weise gemacht worden, indem das durch die Endlaugen verunreinigte Grundwasser theils direkt, theils durch den Abfluss der Quellen in den Fluss gelangt. Bei der ersten Untersuchung hatte die Innerste schon unterhalb der Einmündung des Mühlengrabens bei Langelsheim einen hohen Gehalt an Chlor und Magnesia (129,5 bezw. 39,9 mg im l). Bei der zweiten Probenentnahme war dies nicht der Fall (21,5 bezw. 13,9 mg im l). Die Verschiedenheit erklärt sich daraus, dass bei der ersten Entnahme der Wasserstand im Flusse ein äusserst niedriger war, wie ihn Ortsangehörige nur selten beobachtet hatten.

Im Uebrigen scheint der Gehalt an jenen Mineralbestandtheilen darauf zurückgeführt werden zu müssen, dass in der Nähe des rechten Ufers bei Langelsheim die festen Rückstände der Chlorkaliumfabrikation in grossen Mengen aufgestapelt werden, von denen dann die darin befindliche Lauge in den Boden sickerte und auf ihrem weiteren Wege zum Flusse gelangte. Die Schwankungen des Chlors und der Magnesia in der Innerste in dortiger Gegend waren gering. Das Bild ändert sich aber, sobald der

A. Quell- und Brunnen-Wasser.

suchung.

Ammoniak	Eisen	Kalk	Magnesium	Suspendirte Stoffe	Rückstand bei 110°	Glühverlust	Oxydirbarkeit (Sauerstoff-verbrauch)	Chlor (Cl)	Schwefelsäure (SO_3)	Kalk (CaO)	Magnesia (MgO)	Keimgehalt in 1 ccm Wasser: festwachsende Bakterien	Keimgehalt in 1 ccm Wasser: verflüssigende Bakterien
				Milligramm im Liter									
Spur	Spur	vorhanden		250,7	1263	235	2,09	140,6	160	327,9	62,5	Nicht untersucht	
Geringe Spur	"	"	"	0	590	160	0	38,6	52	168,3	28,8	750	80
"	"	"	"	0	913	370	0	103	68	189,1	52,8	59	10
schwach	"	"	"	6,6	2377	–	0,9	792,1	88	199,5	325,8	150	28
Spur	"	"	"	10,7	2570,5	—	1,1	871,3	108	196	340,7	700	66
Geringe Spur	"	"	"	9,3	2735	—	1,2	847,5	136	199,5	321,9	200	78
Spur	"	"	"	5,7	410	80	0	21,8	68	116,2	20,7	800	32
Geringe Spur	"	"	"	50,5	190	45	0	15,8	24	50,3	13,0	600	46

suchung.

Ammoniak	Eisen	Kalk	Magnesium	Suspendirte Stoffe	Rückstand bei 110°	Glühverlust	Oxydirbarkeit (Sauerstoff-verbrauch)	Chlor (Cl)	Schwefelsäure (SO_3)	Kalk (CaO)	Magnesia (MgO)	festwachsende	verflüssigende
0	0	vorhanden		0	1767	—	1,20	673,2	88	162,4	209,0	65	6
"	Geringe Spur	"	"	0	600	75	1,48	37,5	68	207,2	15,4	650	17
"	"	"	"	0	565	45	1,28	42,5	70	176,4	17,8	45	81
"	"	"	"	0	1565	—	1,04	617	70	190,4	186,4	34	28
Spur	"	"	"	0	1670	—	1,12	647	76	184,8	191,7	100	76
0	0	"	"	0	1845	—	1,20	654	68	187,6	201,3	600	2
Geringe Spur	Geringe Spur	"	"	0	480	72	0,64	52	52	190,4	16,8	300	46

Fluss in das zwischen Neile und Nette gelegene Gebiet der uns besonders interessirenden Quellen eintritt. Der Chlor- und Magnesia-Gehalt der Innerste, welcher vor Einmündung der Neile bei der ersten Untersuchung 55,5 bezw. 17,8 mg im l (bei der zweiten 21,5 bezw. 12,0 mg) betrug, steigt vor dem Zufluss der Nette auf 118,8 bezw. 45,6 (119,3 bezw. 38,4) mg an. Besonders deutlich wird diese Verunreinigung durch die am 15. April 1893 oberhalb und unterhalb der Baddeckenstedter Quellen entnommenen Proben zum Ausdruck gebracht. Vor dem Zufluss derselben waren im Innerstewasser 32,7 mg Chlor und 16,8 mg Magnesia, nachher fanden sich von ersterem Bestandtheile 133,5, von letzterem 35,0 mg. Durch das Hinzutreten des verunreinigten Quellwassers war also der Chlorgehalt auf das 4,4 fache, der der Magnesia auf das Doppelte gebracht worden.

Die Chlormenge wird im weiteren Verlauf der Innerste unterhalb der Einmündung der Nette und Lamme durch diese beiden Nebenflüsschen beeinflusst; denn die Nette führt von diesem Bestandtheil 122,8 (126,0), die Lamme 277,2 (330,7) mg mit jedem Liter Wasser zu. Das Gleiche gilt auch für die Grane bei Langelsheim, welche durch die von den Tageswässern ausgelaugten Rückstände der Juliushütte verunreinigt wird; im Wasser derselben wurden 168,5 mg Chlor im l nachgewiesen.

(Fortsetzung des Textes S. 192.)

B. Fluss-

I. Unter-

Nr.	Tag der Entnahme	Entnahme-Stelle	Schwefel-wasserstoff	Chlor	Schwefelsäure	Salpetersäure	Salpetrige Säure
1.	12. VIII. 92	Innerste bei Langelsheim nach Einmündung des Mühlengrabens	0	vorhanden		Spur	Spur
2.	11. VIII. 92	Innerste vor Einmündung der Neile . . .	"	"	"	schwach	0
3.	"	Neile vor Einmündung in die Innerste .	"	"	"	Spur	"
4.	"	Innerste nach Einmündung der Neile . .	"	"	"	"	"
5.	"	" unterhalb der Zuckerfabrik in Baddeckenstedt	"	"	"	0	"
6.	"	" vor Einmündung der Nette bei Astenbeck	"	"	"	schwach	"
7.	"	Nette vor Einmündung in die Innerste . .	"	"	"	"	"
8.	"	Innerste ungefähr 500 m unterhalb der Einmündung der Nette	"	"	"	"	"
9.	"	" vor Einmündung der Lamme oberhalb der Mühle bei Heinde . . .	"	"	"	"	"
10.	"	Lamme vor Einmündung in die Innerste .	"	"	"	"	"
11.	"	Innerste ungefähr 50 m unterhalb der Einmündung der Lamme	"	"	"	"	"
12.	"	" oberhalb Hildesheim am Wehr . .	"	"	"	Spur	"
13.	"	" bei Hildesheim ungefähr 50 m unterhalb des Einflusses der Abwässer aus der Zuckerfabrik	"	"	"	Geringe Spur	"

II. Unter-

Nr.	Tag der Entnahme	Entnahme-Stelle	Schwefel-wasserstoff	Chlor	Schwefelsäure	Salpetersäure	Salpetrige Säure
1.	13. IV. 93	Innerste bei der Eisenbahnbrücke in Langelsheim	0	vorhanden		Spur	0
2.	"	Grane vor Einmündung in die Innerste .	"	"	"	"	"
3.	"	Innerste unterhalb des Mühlengrabens bei Langelsheim	"	"	"	"	"
4.	"	" unterhalb der Zuckerfabrik bei Othfresen	"	"	"	"	"
5.	14. IV. 93	" bei der Brücke in Ringelheim . .	"	"	"	"	"
6.	"	" vor Einmündung der Neile . .	"	"	"	"	"
7.	"	Neile vor Einmündung in die Innerste . .	"	"	"	"	"
8.	"	Innerste nach Einmündung der Neile . .	"	"	"	"	"
9.	15. IV. 93	" oberhalb der Baddeckenstedter Quellen	"	"	"	Geringe Spur	"
10	"	" unterhalb der Baddeckenstedter Quellen	"	"	"	"	"
11	"	" vor Einmündung der Nette bei Derneburg	"	"	"	"	"
12	"	Nette vor Einmündung in die Innerste . .	"	"	"	Spur	"
13.	"	Innerste nach Einmündung der Nette, bei der Astenbecker Brücke	"	"	"	Geringe Spur	"

Wasser.

suchung.

Ammoniak	Eisen	Kalk	Magnesium	Suspendirte Stoffe	Rückstand bei 110°	Glühverlust	Oxydirbarkeit (Sauerstoffverbrauch)	Chlor (Cl)	Schwefelsäure (SO_3)	Kalk (CaO)	Magnesia (MgO)	Keimzahl in 1 ccm Wasser festwachsende Bakterien	Keimzahl in 1 ccm Wasser verflüssigende Bakterien
				Milligramm im Liter									
Spur	Spur	vorhanden		420,0	368,0	120,0	0,95	129,5	72	22,5	39,9	400	30
Geringe Spur	"	"	"	106,5	325,0	65,0	0,65	55,5	84	53,8	17,8	800	20
"	"	"	"	90,9	340,0	55,0	0,80	35,6	200	98,9	19,2	1900	90
"	"	"	"	134,5	335,0	65,0	—	67,3	84	64,2	18,3	900	94
"	"	"	"	68,9	345,0	100,0	4,75	71,3	92	46,8	32,7	2800	100
Spur	"	"	"	59,5	537,0	227,0	0,80	118,8	80	85,0	45,6	3150	200
"	"	"	"	42,8	681,0	140,0	0,57	122,8	138	144,0	31,2	2350	100
"	0	"	"	54,0	570,0	193,0	0,38	122,8	96	95,4	45,6	3500	300
"	"	"	"	28,5	525,0	163,0	1,46	118,8	84	98,9	45,6	3000	140
"	"	"	"	31,0	1032,5	240,0	1,63	277,2	196	105,8	40,8	3800	90
"	"	"	"	35,4	550,0	193,0	0,34	110,9	108	102,3	43,2	2950	250
schwach	"	"	"	15,0	745,0	225,0	1,48	182,2	110	81,5	44,2	1050	100
"	"	"	"	27,0	700,0	172,5	1,79	166,3	118	128, 4	49,0	16800	300

suchung.

Ammoniak	Eisen	Kalk	Magnesium	Suspendirte Stoffe	Rückstand bei 110°	Glühverlust	Oxydirbarkeit	Chlor	Schwefelsäure	Kalk	Magnesia	festwachsende	verflüssigende
Spur	Geringe Spur	vorhanden		199,6	130,0	35,0	1,84	19,5	38	19,6	22,1	1500	76
Geringe Spur	0	"	"	0	685,0	130,0	0,66	168,5	174	72,8	20,7	1050	10
0	Geringe Spur	"	"	182,0	145,0	43,0	1,60	21,5	42	33,6	13,9	1100	79
Geringe Spur	"	"	"	203,4	170,0	30,0	1,68	22,5	52	50,4	14,4	1350	93
"	"	"	"	104,4	182,0	37,0	1,36	21,5	50	36,4	14,4	1400	81
0	0	"	"	98,6	170,0	47,0	1,44	21,5	50	50,4	12,0	1050	153
"	Geringe Spur	"	"	7,0	325,0	50,0	1,20	34,5	84	92,4	20,7	1200	70
"	"	"	"	98,6	205,0	50,0	1,20	33,5	52	50,4	16,3	1100	80
,	0	"	"	78,0	225,0	45,0	1,44	32,7	52	84,0	16,8	650	57
Geringe Spur	"	"	"	72,8	450,0	150,0	1,20	133,5	58	103,6	35,0	750	55
"	"	"	"	62,9	435,0	130,0	1,28	119,3	58	81,2	38,4	550	46
0	Geringe Spur	"	"	3,4	620,0	70,0	1,20	126,0	150	162,4	33,6	1900	152
"	0	"	"	28,5	513,0	130,0	1,36	121,8	90	123,2	38,4	700	47

Nr.	Tag der Entnahme	Entnahme-Stelle	Schwefel-wasserstoff	Chlor	Schwefelsäure	Salpetersäure	Salpetrige Säure
14.	15. IV. 93.	Innerste vor Einmündung der Lamme . .	0	vorhanden		Spur	0
15.	„	Lamme vor Einmündung in die Innerste .	„	„	„	Geringe Spur	„
16.	„	Innerste nach Einmündung der Lamme .	„	„	„	„	„
17.	„	„ oberhalb Hildesheim an der Brücke	„	„	„	„	„
18.	„	„ bei Hildesheim ungefähr 50 m unterhalb des Einflusses der Abwässer aus der Zuckerfabrik	„	„	„	Spur	„

C. Abwässer aus der Chlor-

Nr.	Tag der Entnahme	Entnommen	Reaktion	Chlor	Schwefel-säure	Salpeter-säure	Salpetrige Säure
1.	12. VIII. 92	In der Fabrik (Bromfabrikation nicht in Betrieb)	sauer	vorhanden		0	Spur
2.	13. VIII. 92	„ „ „ (Bromfabrikation in Betrieb)	sehr sauer	„	„	„	0
3.	12. VIII. 93	Aus dem Klärbassin am Kahnstein . . .	„	„	„	„	0
4.	13. IV. 93	In der Fabrik (Bromfabrikation in Betrieb)	—	„	„	„	Spur
5.	13 IV. 93	Aus dem Klärbassin am Kahnstein . . .	—	„	„	Geringe Spur	„

(Fortsetzung des Textes von S. 192.)

Das Ansteigen des Kalks und der Schwefelsäure in der Innerste ist durchwegs abhängig von der Einmündung ihrer Nebenflüsse. Letztere zeigten stets höhere Zahlen für diese beiden Stoffe als der Hauptfluss, ehe er sich mit dem betreffenden Wasser vereinigt hatte.

Obwohl erwiesen ist, dass die Steigerung des Chlors und der Magnesia grösstentheils auf eine indirekte Einleitung der Langelsheimer Endlaugen bezogen werden muss, so darf hieraus keineswegs der Schluss gezogen werden, dass eine direkte Zuführung derselben angängig sei. Abgesehen davon, dass die fraglichen Abwässer während ihres Weges durch den Boden Veränderungen in der Zusammensetzung erleiden, welche, wie oben dargelegt worden ist, vornehmlich in einer Verminderung der Magnesia und einer Vermehrung des Kalkes bestehen, so würde die Verunreinigung des Flusses sich auch anders gestalten, wenn diese statt an einer langgestreckten Linie an einem Punkte erfolgte, selbst unter der Voraussetzung, dass die Einleitung der Abwässer eine kontinuirliche, von dem Fabrikbetrieb unabhängige und den Wasserständen der Innerste entsprechend geregelte wäre.

Die Frage, ob eine direkte Einleitung der Endlaugen in die Innerste zulässig sei, lässt sich nur an der Hand einer genauen Kenntniss der Wasserverhältnisse des

Ammoniak	Eisen	Kalk	Magnesium	Suspendirte Stoffe	Rückstand bei 110°	Glühverlust	Oxydirbarkeit (Sauerstoff-verbrauch)	Chlor (Cl)	Schwefelsäure (SO_3)	Kalk (CaO)	Magnesia (MgO)	Keimzahl in 1 ccm Wasser: festwachsende Bakterien	Keimzahl in 1 ccm Wasser: verflüssigende Bakterien
				Milligramm im Liter									
Spur	0	vorhanden		19,0	530,0	172,0	1,12	119,7	66	117,6	44,2	650	28
0	Geringe Spur	"	"	8,7	1002,0	97,0	1,44	330,7	126	184,8	45,6	3850	460
Geringe Spur	0	"	"	34,7	500,0	112,0	1,20	120,5	88	103,6	42,3	700	39
"	"	"	"	23,8	520,0	95,0	1,28	138,0	98	126,0	41,8	600	61
"	"	"	"	31,2	512,0	112,0	1,76	139,8	82	120,4	40,4	44200	1300

kaliumfabrik in Langelsheim.

Ammoniak	Eisen	Mangan	Kalk	Magnesium	Rückstand bei 110°	Chlor (Cl)	Schwefelsäure (SO_3)	Kalk (CaO)	Magnesia (MgO)	Eisen (Fe)	Mangan (Mn)
					Gramme im Liter						
0	vorhanden		vorhanden		564,700	285,396	7,820	2,280	114,425	1,386	0,144
Geringe Spur	"	"	"	"	650,400	243,861	7,680	0,820	125,820	1,386	1,715
Spur	"	"	"	"	249,260	100,990	7,860	0,070	51,081	0,434	0,807
Geringe Spur	"	"	"	"	533,080	286,513	6,221	0,126	146,219	0,142	Spuren
Spur	"	"	"	"	114,400	66,111	2,043	0,798	55,956	0,006	"

Flusses beantworten. Hierzu wären länger fortgesetzte, wenigstens während des Verlaufes eines Jahres ausgeführte Bestimmungen der Wassermengen nöthig, um unter Zugrundelegung solcher Ergebnisse den Grad der Verunreinigung zu berechnen, der nach dem jeweiligen Wasserstand eintreten kann. Solche Messungen liegen bis jetzt noch nicht vor; dieselben dürften zweckmässig

a) oberhalb Langelsheim,

b) an der Braunschweiger Landesgrenze bei Langelsheim,

c) bei Ringelheim oberhalb der Neile,

d) bei Heersum oberhalb der Nette,

e) bei Heinde oberhalb der Lamme und

f) bei Hildesheim

ausgeführt werden.

Die zur Zeit vorliegenden, hierauf bezüglichen Angaben sind zur Beantwortung dieser Frage nicht ausreichend.

XIII. Ergänzungs-Gutachten, betreffend die Verunreinigung der Innerste.

Erstattet am 20. Februar 1895.

Berichterstatter: Geheimer Regierungsrath **Dr. Ohlmüller.**

Mangels zureichender Angaben über die Wasserführung der Innerste musste in dem Gutachten vom 3. März 1894 die Frage, ob die Einleitung der Endlaugen aus der Langelsheimer Chlorkaliumfabrik in den Fluss angängig sei, zunächst noch offen gelassen werden. Es wurde deshalb seitens des Kaiserlichen Gesundheitsamtes die Bestimmung der Wassermenge der Innerste an mehreren Punkten erbeten, bei deren Wahl vorwiegend die Zutrittsstellen von Seitenzuflüssen massgebend waren, an welchen die Vermehrung des Wassers im Hauptflusse am deutlichsten hervortrat. Dieser Aufgabe unterzog sich auf Veranlassung der Kgl. Preuss. Ressortminister der Kgl. Meliorationsbauinspektor L. Recken zu Hannover. Auf Grund von Pegelbeobachtungen in Ringelheim in den Jahren 1888, 1889, 1890, 1892 und 1893 und in Marienburg (oberhalb Hildesheim) im Zeitraum von 1886 bis 1893 stellte Recken Häufigkeitstabellen auf und ermittelte durch diese unter Berücksichtigung der Grösse des jeweiligen Sammelgebietes der Niederschläge die Wassermengen, welche bei charakteristischen Pegelständen an nachbenannten Punkten abflossen. Hierbei ergaben sich cbm in der Sekunde:

Nr.	Stelle	Sommerhalbjahr[1])			Winterhalbjahr[2])		
		Niedrigwasser	Mittelwasser	Gewöhnliches Hochwasser	Niedrigwasser	Mittelwasser	Gewöhnliches Hochwasser
1	2,5 km oberhalb Langelsheim	0,46	0,71	3,0	0,55	1,3	6,8
2	Unterhalb Langelsheim an der Landesgrenze	0,71	1,1	4,6	0,86	2,0	10,4
3	Ringelheim, oberhalb der Neile	1,2	1,8	7,7	1,4	3,3	17,5
4	Heersum, oberhalb der Nette	1,8	2,9	12,5	2,3	5,4	21.3
5	Heinde, oberhalb der Riehe (oder Lamme)	2,2	4,2	19,3	3,2	8,7	24,8
6	Oberhalb Hildesheim . . .	2,1	4,5	22,4	3,5	10,4	44,8

Diese Zahlen ermöglichen es den Einfluss der Endlaugen auf die Beschaffenheit des Flusswassers annähernd zu berechnen, insoferne Menge und Zusammensetzung der besagten Fabrikabwässer bekannt sind.

Die chemische Untersuchung solcher Endlaugen lässt allerdings die vorhandenen anorganischen Körper in ihrer Menge genügend scharf erkennen, jedoch dürfte es nicht angezeigt sein, derartige Ergebnisse einzelner Proben der Berechnung der Abfallstoffe zu Grunde zu legen, deren sich die Fabrik bei der Verarbeitung einer bestimmten Menge von Rohmaterial in einem Tage entledigen muss. Man wird hiervon schon deshalb absehen müssen, weil die Zusammensetzung je nach der Art des Betriebes wechselt und die Erzielung einer Durchschnittsprobe nur schwer erreichbar ist. Zu zuverlässigeren Anhaltspunkten wird man vielmehr gelangen, wenn man die

---

[1]) Die Zeit von Mai bis Oktober.

[2]) Die Zeit von November bis April.

Menge der bei der Darstellung des Reinproduktes, des Chlorkaliums, zu beseitigenden anderen Salze ermittelt. Das Rohmaterial dieser Fabrikation geht unter der Bezeichnung „Rohsalz“ welches nach Frank[1]) zum grössten Theil aus Carnallit neben Beimengungen von Steinsalz und Kieserit besteht; seine chemische Zusammensetzung ist folgende[2]):

Chlorkalium	16 %
Chlormagnesium	21 „
Chlornatrium	21,4 „
Magnesiumsulfat	13 „
Calciumsulfat	1,2 „
Wasser	25,3 „
Unlösliches	2,1 „

Die Gewinnung der werthvolleren Kaliverbindung geschieht durch einen Auslaugungsprozess des Rohsalzes, dessen Endglieder einerseits das gewonnene, fertige Produkt, das Chlorkalium, und andererseits die unlöslichen Rückstände und die nicht mehr verwendbare Endlauge sind.

Die Chlorkaliumfabrik zu Langelsheim kann Rohsalz bis zu einer Menge von 250 t täglich auf Chlorkalium verarbeiten. Es soll nunmehr dargelegt werden, wie gross hierbei nach den Berechnungen, die nur für die Langelsheimer Verhältnisse von anderer Seite angestellt worden sind, und nach den Angaben in der Litteratur die mit den Endlaugen wegfliessende Salzmenge sein kann.

Legt man die Berechnungen von Kraut[3]) zu Grunde, so würde die Fabrik bei einer solchen Leistungsfähigkeit innerhalb 24 Stunden als Abfallstoffe liefern:

Chlormagnesium	49 047,5 kg
Chlornatrium	2 216 „
Chlorkalium	1 957 „
Magnesiumsulfat	5 121,5 „

Der Professor der Chemie an der Herzoglich technischen Hochschule Geheimer Hof- und Medizinalrath Dr. Otto nahm in einem aus gleichem Anlass im April 1886 erstatteten Gutachten an, dass bei der Verarbeitung von je 50 kg (= 1 Zentner) Rohsalz 33,5 kg (= 67 Pfund) Endlaugen entständen, welche je nach der Art der Verarbeitung

Chlormagnesium	31,0 — 32,0 %
Chlornatrium	0,75 — 1,0 „
Chlorkalium	0,75 — 1,0 „
Magnesiumsulfat	2,5 — 3,0 „

enthielten. Hiernach würden die Endlaugen täglich in sich bergen:

Chlormagnesium	51 925 — 53 600 kg
Chlornatrium	1 257 — 1 675 „
Chlorkalium	1 257 — 1 675 „
Magnesiumsulfat	4 187,5 — 5 025 „

---

[1]) A. Frank, Stassfurter Kali-Industrie in Hofmann's Bericht über die Entwickelung der chemischen Industrie etc. 1875. S. 354.

[2]) Ebenda S. 359.

[3]) Kraut und Launhardt, der Stassfurt-Magdeburger Laugenkanal. 1888. S. 9.

Ebenfalls zu dieser Sache hat sich der Professor der Chemie an der Hochschule Dr. Beckurts zu Braunschweig im Oktober 1890 gutachtlich geäussert und gab hierbei die Zusammensetzung der Endlaugen auf

Chlormagnesium	50041 kg
Chlornatrium	2150 „
Chlorkalium	2050 „
Magnesiumsulfat	5565 „

für den Tag an.

Die bisher angeführten Zahlen bezogen sich lediglich auf die Langelsheimer Endlaugen. Die Beifügung anderer Angaben ist umsomehr angezeigt, als in deutschen Chlorkaliumfabriken der Betrieb mit unerheblichen Abweichungen überall der gleiche ist, und das Rohmaterial erhebliche Verschiedenheiten seiner Zusammensetzung nicht aufweist. Nach E. Pfeiffer[1]) und G. Krause[2]) enthalten die Endlaugen %.

	Pfeiffer	Krause		
		I	II	III
Chlormagnesium	28,05	27,20	28,09	26,97
Chlornatrium	1,20	0,56	0,17	0,54
Chlorkalium	1,20	1,34	1,29	2,17
Magnesiumsulfat	3,10	2,61	2,14	1,95

Die Angabe Pfeiffer's stimmt auch mit einer von Eschellmann[3]) überein. Das spezifische Gewicht der Pfeiffer'schen Endlauge betrug 1,313 (35° B), während diejenigen von Krause zwischen 32,5—33,5° B schwankten, mithin durchschnittlich 1,2901 wogen.

Nach Pfeiffer's Mittheilung entstehen bei der Verarbeitung von 10000 kg Rohsalz 5—7 (im Mittel 6) cbm Endlauge. Aus der Zusammensetzung der Endlauge, ihrem spezifischen Gewichte und ihrer Flüssigkeitsmenge lässt sich das Gewicht der Salzmassen berechnen, welche bei der täglichen Verarbeitung von 250 t Rohsalz als Abfallstoffe mit derselben wegfliessen. Es sind dies kg

	nach Pfeiffer	nach Krause		
		I	II	III
Chlormagnesium	55244,5	52636,1	54358,4	52191,0
Chlornatrium	2363,4	1083,7	329,0	1045,0
Chlorkalium	2363,4	2593,1	2496,3	4199,3
Magnesiumsulfat	6105,4	5050,7	4141,2	3773,5

Diese Zahlen weichen von den bezüglich der Langelsheimer Fabrikabwässer mitgetheilten etwas ab. Die Unterschiede erklären sich dadurch, das nach Pfeiffer

[1]) E. Pfeiffer, Handb. der Kali-Industrie, S. 202 (Bolley, Handb. der chem. Technologie).
[2]) G. Krause, die Industrie von Stassfurt und Leopoldshall und die dortigen Bergwerke, S. 89.
[3]) Eschellmann, Methoden und Prozesse für Gewinnungen von Chlor und Chlorwasserstoffsäure aus Chlormagnesium. Chem. Industrie 1889, S. 3.

ausser mechanisch mitgeführten Salzresten künstlicher Carnallit, eine Doppelverbindung von Chlormagnesium und Chlorkalium, nach weiterer Abkühlung aus den Endlaugen noch abgeschieden wird. Diese Mengen konnten als ungelöster Bestandtheil der Endlaugen hier nicht in Abzug gebracht werden. Sind deshalb die Zahlen Pfeiffer's und Krause's thatsächlich auch etwas zu hoch, so können sie doch zur Berechnung eines Mittelwerthes für die Beschaffenheit der Endlaugen hier angezogen werden, denn der Fehler, der hierbei bezüglich der Verunreinigung des Flusswassers entsteht, ist unbedeutend.

Die Mittelzahl für sämmtliche in dem Abwasser befindliche Salze lautet nach den Angaben von Kraut, Otto und Beckurts 59687,4 und nach Hinzufügung der Mittheilungen von Pfeiffer und Krause 61090,6 kg. Es würden mithin für die erstere Annahme 691 für die letztere 707 g Salze der Innerste in der Sekunde zufliessen, was bei der niedrigsten unterhalb der Fabrik vorkommenden Wassermenge von 0,71 Sekundenkubikmeter einen Unterschied von 22,5 mg im Trockenrückstand für 1 l Wasser bedeutet. Eine so geringe Differenz kann bei der, ja nur annähernden Berechnung einer Flussverunreinigung vernachlässigt werden. Es kamen sonach bei der täglichen Verarbeitung von 250 t Rohsalz in die Abwässer durchschnittlich:

Chlormagnesium	52380,4 kg
Chlornatrium	1514,9 „
Chlorkalium	2323,9 „
Magnesiumsulfat	4871,4 „
in Summa: Salze	61090,6 kg,
entsprechend Chlor	41184,8[1]) kg,
Magnesia (MgO)	23690,6 „
und Schwefelsäure (SO_3)	3250,3 „

Angenommen, es würde der Abfluss der Endlaugen zur Tages- und Nachtzeit stets ein gleichmässiger sein, so würden in der Sekunde zur Innerste

an Salzen 707,067 g

und durch diese

an Chlor	476,676 „
Magnesia (MgO)	274,196 „
Schwefelsäure (SO_3)	37,619 „

gelangen.

Zwar ist anzunehmen, dass die diesen Grundstoffen entsprechenden Verbindungen nicht stetig in gelöstem Zustande verbleiben und in dieser Form mit dem Flusswasser fortbewegt werden, sondern sie werden sich mit anderen Körpern umsetzen und zum Theil als unlösliche Verbindungen ausfallen; wenigstens darf man dies für Magnesiumsalze annehmen, welche einerseits nach den Erfahrungen von Kraut[2])

---

[1]) Diesen und den folgenden Berechnungen sind die Atomgewichte nach L. Meyer und Seubert zu Grunde gelegt.

[2]) Ueber die Veränderungen, welche das Elbwasser durch die Effluvien der Stassfurter Industrie erleidet, mitgetheilt von Kraut. Chemische Industrie 1883, S. 369.

durch kohlensaure Alkalien in Magnesiumkarbonat umgewandelt werden, andererseits mit den Silikaten ebenfalls unlösliche Verbindungen eingehen. In wie weit die Zusammensetzung des Flusswassers die Art von Selbstreinigung begünstigt, mag dahin gestellt bleiben; jedenfalls wird aber ihre Grösse zutreffend sich nicht schätzen lassen. Es ist daher der nachstehenden Berechnung die Annahme zu Grunde gelegt worden, dass bei gleichmässigem Zuflusse der Endlaugen sämmtliche zugeführten Salze in gelöstem Zustande von der Innerste weiter befördert würden. Nach den von Recken berechneten Wassermengen würden bei der Einleitung der Endlaugen im Flusswasser die bereits vorhandenen Stoffe nach Umständen um nachstehende Mengen vermehrt.

Sommer

Stelle	Niedrigwasser cbm in der Sek.	Auf 1 l Flusswasser treffen mg			oder	Mittelwasser cbm in der Sek.	Auf 1 l Flusswasser treffen mg			oder	Gewöhnliches Hochwasser cbm in der Sek.	Auf 1 l Flusswasser treffen mg			oder
		Cl	SO_3	MgO	Härtegrade		Cl	SO_3	MgO	Härtegrade		Cl	SO_3	MgO	Härtegrade
Unterhalb Langelsheim an der Landesgrenze .	0,71	671,4	53,0	386,2	54,1	1,1	433,3	34,2	249,3	34,9	4,6	103,6	8,2	59,6	8,3
Ringelheim, oberhalb der Neile	1,2	397,2	31,3	228,5	32,0	1,8	264,8	20,9	152,3	21,3	7,7	61,9	4,9	35,6	5,0
Heersum, oberhalb der Nette	1,8	264,8	20,9	152,3	21,3	2,9	164,4	13,0	94,5	13,2	12,5	38,1	3,0	21,9	3,1
Heinde, oberhalb der Lamme	2,2	216,7	17,1	124,6	17,4	4,2	113,5	8,9	65,3	9,1	19,3	24,7	1,9	14,2	2,0
Oberhalb Hildesheim. .	2,1	227,0	17,9	130,6	18,3	4,5	105,9	8,3	60,9	8,5	22,4	21,3	1,7	12,2	1,7

Winter

Stelle	Niedrigwasser cbm in der Sek.	Auf 1 l Flusswasser treffen mg			oder	Mittelwasser cbm in der Sek.	Auf 1 l Flusswasser treffen mg			oder	Gewöhnliches Hochwasser cbm in der Sek.	Auf 1 l Flusswasser treffen mg			oder
		Cl	SO_3	MgO	Härtegrade		Cl	SO_3	MgO	Härtegrade		Cl	SO_3	MgO	Härtegrade
Unterhalb Langelsheim an der Landesgrenze .	0,86	554,3	43,7	318,8	44,6	2,0	238,5	18,8	137,1	19,2	10,4	45,8	3,6	26,4	3,7
Ringelheim, oberhalb der Neile	1,4	340,5	26,9	195,8	27,4	3,3	144,4	11,4	83,1	11,6	17,5	27,2	2,1	15,7	2,2
Heersum, oberhalb der Nette	2,3	207,2	16,3	119,2	16,7	5,4	88,3	7,0	50,8	7,1	21,3	22,3	1,8	12,9	1,8
Heinde, oberhalb der Lamme	3,2	149,0	11,7	85,7	12,0	8,7	54,8	4,3	31,5	4,4	34,8	13,7	1,1	7,9	1,1
Oberhalb Hildesheim. .	3,5	136,2	10,7	78,3	11,0	10,4	45,8	3,6	26,4	3,7	44,8	10,6	0,8	6,1	0,8

Hiernach würde das Innerstewasser, so lange dessen Menge nicht mehr als 2 Sekundencubikmeter beträgt, allerdings eine Beschaffenheit annehmen, welche, abgesehen von ihrer hygienischen Bedeutung, auch nach Entfernung der trübenden Bestandtheile durch Klärung oder Filtration seine Verwendung zu manchen technischen Zwecken beeinträchtigen würde. Dabei kommt die Steigerung des Schwefelsäuregehaltes weniger in Betracht, als die Vermehrung der Chlorverbindungen und vornehmlich die Zunahme der Magnesiumsalze, welche die Härte des Wassers ver-

ändern. Allerdings ist nicht unberücksichtigt zu lassen, wie lange ein solcher Grad der Flussverunreinigung anhält und zu welcher Jahreszeit er auftritt; denn manche Gewerbebetriebe, welchen solche Eigenschaften des Wassers nicht zusagen, sind auf dessen Verwendung nicht während des ganzen Jahres, sondern nur vorübergehend angewiesen. Leider konnte Recken auf Grund seiner Ermittelungen einen genauen Schluss auf die Häufigkeit des Vorkommens der einzelnen Abflussmengen an den in der Tabelle genannten Punkten nicht ziehen. Immerhin dürften die Angaben über die Wassermengen an der Pegelstelle zu Marienburg für die Beurtheilung der Verhältnisse an der Stelle „oberhalb Hildesheim" zu verwenden sein, da die beiden Punkte wenig (ungefähr 4 km) von einander entfernt liegen. Für die Pegelstelle zu Marienburg ermittelte Recken:

Pegelstand cm	— 100 bis — 76	— 75 bis — 51	— 50 bis — 26	— 25 bis — 1	+ 0 bis + 25	+ 26 bis + 50	+ 51 bis + 75	+ 76 bis + 100	mehr als + 101
Mittel cm	— 88	— 63	— 38	— 13	+ 13	+ 38	+ 63	+ 88	—
An x Tagen Sommer	2	15	66	71	23	5	1	1	—
An x Tagen Winter	4	11	20	67	28	19	9	7	16
Abflussmenge (cbm in der Sekunde)	0,2	0,9	2,6	5,6	10,7	16,1	21,7	27,5	30,3

Aus der weiter oben gegebenen Tabelle ist ersichtlich, dass „oberhalb Hildesheim" bei Niederwasser im Sommer 2,1 im Winter 3,5 cbm in der Sekunde vorüberfliessen. Diesen Zahlen steht bei Marienburg am nächsten die Angabe von 2,6 cbm, welche Wassermenge somit als oberere Grenze des Niederwassers angesehen werden darf. In gleichem Sinne sind weiterhin die Zahlen von 4,5 und 10,4 cbm der ersten Tabelle denen von 5,6 und 10,7 cbm bei Marienburg entsprechend und als Mittelwasser aufzufassen. Für alle stärkeren Wassermengen erübrigt die Bezeichnung Hochwasser. Es ist sonach bei der Innerste im Verlauf des Jahres zu erwarten

	Niederwasser	Mittelwasser	Hochwasser
an x Tagen im Sommer	83	94	7
an x Tagen im Winter	35	95	51

Es ist nicht zulässig, diese Zahlen ohne Weiteres auch auf höher gelegene Stellen im Flussgebiet zwischen Langelsheim und Hildesheim zu übertragen, jedoch wird man in der Annahme nicht zu weit gehen, dass in ihnen eine allgemeine Charakteristik der Wasserführung derjenigen Stromstrecke zu erblicken ist, für deren Endpunkt sie ermittelt sind. Demnach nimmt die Zeit des Niederwassers etwas mehr als den dritten Theil des Jahres ein, und es ist deshalb wohl anzunehmen, dass die Wassermenge im Laufe des Jahres wiederholt auf 2 Sekundencubikmeter und weniger sinkt und dass dieser Zustand längere Zeit andauert. So kann das Innerstewasser zur Zeit der Zuckerkampagne, welche sich auf wenige Wintermonate erstreckt, während 35 Tagen eine für diesen Betrieb nachtheilige Zusammensetzung aufweisen, oder es können Betriebe, für welche zu hartes und an Chlorverbindungen

reiches Wasser unbrauchbar ist, wie Walkereien, Tuchfabriken und Gerbereien im Winter wie im Sommer längere Zeit unter diesem Uebelstande zu leiden haben.

Eine stetige Einleitung der Langelsheimer Endlaugen in die Innerste ohne Rücksicht auf den Wasserstand derselben kann hiernach nicht befürwortet werden.

Dass die Benutzung des Innerstenwassers in seiner gegenwärtigen Gestalt für manche gewerbliche Betriebe ausgeschlossen ist, wurde bereits in dem Gutachten vom 3. März 1894 bemerkt. Indess ist zu berücksichtigen, dass das Wasser durch Beseitigung seiner trübenden Bestandtheile brauchbar gemacht werden kann, wenn auch derartige Massnahmen mit Umständen und Kosten verknüpft sind, welche den Werth des Flusswassers als Gebrauchswasser im gewerblichen Sinne herabmindern.

Es ist in Erwägung gezogen worden, die Einleitung der Endlaugen so zu gestalten, dass sie bei Niedrigwasser in Sammelbecken aufgespeichert werden, und dass immer nur eine im Verhältniss zur jeweiligen Menge des Flusswassers zulässig erscheinende Menge Endlaugen in die Innerste gelangt. Auf diese Weise wollte man eine stets angemessene Verdünnung erzielen. Die Brauchbarkeit eines Wassers zu gewerblichen Zwecken pflegt grösstentheils nach dessen Härte beurtheilt zu werden. Man müsste den höchsten zulässigen Härtegrad schon weit hinaufrücken, wenn überhaupt die Langelsheimer Fabrik in die Lage gesetzt werden soll, ihre aufgespeicherten Endlaugen bei Hochwasser los zu werden. Muspratt[1]) nimmt 10 deutsche Härtegrade als die Grenze an, bis zu welcher sich ein Wasser zu den meisten technischen Zwecken verwenden lässt. Andere wollen diese Grenze hier bis auf das Doppelte, bis zu 20 Grad erhöhen, mit Rücksicht darauf, dass das Wasser der benachbarten Leine zu gewerblichen Betrieben noch Verwendung findet, wiewohl es bei Hannover eine Härte von 19,0 bis 20,9 Grad aufweist[2]).

Das Wasser der Innerste besitzt nach den von Otto und Beckurts, sowie den im Gesundheitsamte ausgeführten Untersuchungen oberhalb Langelsheim durchschnittlich eine Härte von 5 Graden. Eine Erhöhung derselben auf 20 Grad würde eintreten, wenn die Endlaugen zum Flusswasser in dem Mengenverhältniss von 1 : 1500 stünden. Die Langelsheimer Chlorkalium-Fabrik liefert bei einer täglichen Verarbeitung von 250 t Rohsalz rund 150 cbm Abwasser von der Beschaffenheit, dass 1 l desselben

Chlormagnesium	349,200	g
Chlornatrium	10,099	„
Chlorkalium	15,493	„
Magnesiumsulfat	32,476	„
entsprechend		
Chlor	274,565	„
Schwefelsäure (SO_3)	21,669	„
Magnesia	157,937	„

[1]) Muspratt's theoretische, praktische und analytische Chemie in Anwendung auf Künste und Gewerbe. 3. Aufl. Bd. VII, S. 396.

[2]) F. Fischer, das Wasser, seine Verwendung, Reinigung und Beurtheilung mit besonderer Berücksichtigung der gewerblichen Abwässer. S. 25.

enthält. Bei einer Verdünnung von 1 : 1500 würde jeder Liter Innerste-Wasser ausser den von ihm bereits mitgeführten Bestandtheilen noch

Chlormagnesium	233,5 mg
Chlornatrium	6,7 „
Chlorkalium	10,3 „
Magnesiumsulfat	21,6 „
entsprechend	
Chlor	183,0 „
Schwefelsäure (SO_3)	14,4 „
Magnesia	105,3 „

in sich aufnehmen. Die Magnesia würde 14,7 deutschen Härtegraden gleichbedeutend sein; die Gesammthärte des Innerstewassers mithin 19,7 betragen.

Ob die Langelsheimer Fabrik bei Einhaltung dieses Verdünnungsverhältnisses sich ihrer Endlaugen durch Einleitung in den Fluss dauernd entledigen könnte, ist zweifelhaft, bedarf aber hier nicht einer näheren Prüfung. Auch ist es nicht Aufgabe des Gesundheitsamtes im Einzelnen die Grösse der Nachtheile zu bemessen, welche mit einer solchen Veränderung des Wassers verbunden sein würden; die Beurtheilung dieser Verhältnisse muss vielmehr spezialtechnischen Sachverständigen vorbehalten bleiben. Hier mögen nur einige Anhaltspunkte aus der Litteratur mitgetheilt werden[1]).

Dass die trübenden Schlammbestandtheile des Innerstewassers für viele gewerbliche Zwecke eine unwillkommene Beigabe sind, wurde bereits im ersten Gutachten erwähnt; gleichwohl bedienen sich nicht wenige Gewerbetreibende dieses ihnen bequem zur Hand befindlichen Wassers, sei es unverändert, sei es nach Klärung o. dergl. Sie würden mithin durch eine weitere Aenderung empfindlich berührt werden.

Was zunächst mit Dampfkesseln arbeitende Betriebe anlangt, so ist bekannt, dass das Chlormagnesium unter der Einwirkung höherer Temperaturen in basische Salze und freie Salzsäure zerfällt[2]). Die Befürchtung, dass letztere die Kesselwandungen zerstört, ist wiederholt ausgesprochen worden; es muss jedoch betont werden, dass im Wasser immer Karbonate zugegen sein werden, mit welchen sich diese freie Säure zu leicht löslichen Chloriden verbindet. Insbesondere ist auch F. Fischer[3]) der Ansicht, dass von den Bestandtheilen des Speisewassers besonders das Chlormagnesium die Zerstörung der Kesselbleche begünstigt.

Die Zuckerfabrikation ist bestrebt, möglichst salzarmes Wasser zu verwenden,

---

[1]) Nach einer Aufstellung (Mittheilungen des Industrievereins für den Regierungsbezirk Hildesheim. 1891. S. 117) des Direktors der Aktienzuckerraffinerie in Hildesheim, Dr. Bittmann sollen in dem betheiligten Flussgebiete 49 Betriebe hauptsächlich in Betracht kommen, nämlich 19 Mühlen, 5 Zuckerfabriken, 1 Zuckerraffinerie, 1 Bierbrauererei, 3 Oekonomien, 1 Gummifabrik, 1 Tuchfabrik, 1 Walkmühle, 5 Bleichereien, 4 Gerbereien, 1 Papierfabrik, 1 Schlachthof, 1 Gasanstalt, 4 Badeanstalten und 1 Fischhandlung. Soweit sich aus dieser Aufstellung ersehen lässt, arbeiten viele dieser Betriebe mit Wasser, oder Dampfkraft oder mit beiden.

[2]) Graham-Otto, Lehrbuch der anorganischen Chemie, Bd. 2, V. Aufl. S. 723 und Muspratt's theoretische, praktische und analytische Chemie pp. Bd. 5. IV. Auflage. S. 1047.

[3]) F. Fischer, das Wasser, seine Verwendung, Reinigung und Beurtheilung mit besonderer Berücksichtigung der gewerblichen Abwässer. S. 41.

da die Salze beim Kochen stören und das Auskrystallisiren des Zuckers nachtheilig beeinflussen. Ein Theil derselben wird auch in das fertige Produkt mit eingeschlossen und beeinträchtigt dessen Werth, indem der Salzgehalt als Nichtzucker fünffach von der Polarisation abgezogen wird[1]). Stohmann[2]) hebt hervor „dass der Zucker aus Flüssigkeiten um so viel vollständiger auskrystallisire, je reiner sie seien; je mehr Nichtzucker darin enthalten sei, um so unvollständiger sei die Krystallisation". Aus diesem Grunde wird sich solches Wasser auch für Raffinerien weniger eignen.

Die Ansprüche des Brauereigewerbes an das Wasser sind verschieden:

Nach Fischer[3]) ist bei der Malzbereitung weiches Wasser insofern günstig; als das Quellen der Gerste rascher verläuft; allerdings werden hierbei mehr Extraktivstoffe und Phosphate ausgelaugt. Anderseits ist bei dem Sudprozess die Ausbeute an Extrakt eine grössere unter Verwendung weichen Wassers. —

Auch Lintner[4]) studirte den Einfluss der anorganischen Bestandtheile auf den Quellungsvorgang; nach seinen Beobachtungen wirken 0,5 % Chlornatrium, namentlich aber Chlormagnesium und Chlorcalcium, nachtheilig.

Zum Biersieden ist ein Wasser, dessen Gehalt an anorganischen Bestandtheilen sich schon durch den Geschmack verräth, nicht geeignet. Denn es wird beim Sud etwa auf ein Drittel seines Volumens eingeengt und lässt dann die schmeckenden Substanzen noch unangenehmer hervortreten.

Für landwirthschaftliche Betriebe dürfte wohl hauptsächlich das Begiessen von Gartenpflanzen in Betracht kommen, da eine Berieselung mit Innerstewasser wegen seiner Schlammbestandtheile nicht zweckmässig ist. Nach Koenig[5]) sind Chlormagnesium und Chlorcalcium, welch' letzteres in die Versuche mit einbezogen war, keine spezifischen Pflanzengifte. Der Boden kann durch chemische Umsetzung seiner Bestandtheile mit diesen Stoffen in erster Zeit sogar ertragsfähiger werden, später verarmt er jedoch an Nährstoffen. Chlormagnesium übt hierbei eine stärkere Wirkung aus als Chlorcalcium. Bei diesen Versuchen wurden Lösungen der genannten Salze von 0,5 bis 2 g auf 1 l Wasser verwendet; aber solche Konzentrationen würden bei einem Verdünnungsverhältniss der Langelsheimer Endlaugen von 1 : 1500 nicht erreicht werden. — Beobachtungen, ob Chlormagnesium den Thieren schädlich werden kann, wenn es im Tränkewasser gegeben wird, liegen nicht vor; nach Koenig's Ansicht[6]) ist von demselben jedoch eine viel geringere Menge zulässig als von Kochsalz, von welchem 1,3 bis 3,11 g im Liter „gerne und ohne Schaden genommen werden[7])".

Für Tuchfabriken und Walkereien ist chlormagnesiumreiches, wie überhaupt hartes Wasser insofern nachtheilig, als es einen grösseren Verbrauch von Seife erfordert, weil deren Fettsäuren mit der Magnesia und mit dem Kalk unlösliche

---

[1]) F. Fischer a. a. O. S. 43.
[2]) Handbuch der Zuckerfabrikation. S. 49.
[3]) A. a. O. S. 45.
[4]) Wagner's Jahrbuch über die Leistungen der chemischen Technologie XI. Jahrgang (Neue Folge). S. 643.
[5]) Koenig, die Verunreinigung der Gewässer pp. S. 402 u. ff
[6]) A. a. O. S. 412.
[7]) A. a. O. S. 392.

Verbindungen eingehen. Dieselben lagern sich als feiner Niederschlag zwischen die Fasern des Tuchstoffes und verleihen hierdurch seiner natürlichen Farbe ein schmutziggelbliches Aussehen; bei künstlicher Färbung tritt Fleckenbildung auf. Ob die bei dem Bleichen von Baumwoll- und Wollstoffen voraufgehende Entfettung der Gewebefasern mittels chlormagnesiumhaltigen Wassers ähnliche Unzuträglichkeiten im Gefolge hat, muss dahingestellt bleiben.

Zum Gerben soll das Wasser nach Fischer[1]) nicht zu hart sein und keine zu grossen Mengen von Chlorverbindungen enthalten; die Ausnützung der Gerbemittel wird durch hartes Wasser wesentlich beeinträchtigt, so dass längere Zeit erforderlich ist, bis die Häute gar werden.

Bei der Papierfabrikation ist das Chlormagnesium insofern störend als nach Muth[2]) Erdalkalien das Leimen des Papiers erschweren.

Zum Baden ist das Innerstewasser wegen seiner trübenden Bestandtheile an sich schon nicht geeignet. Insofern es durch künstliche Reinigung oder auf natürlichem Wege als Grundwasser zu diesem Zwecke brauchbar wird, ist durch das Hinzutreten der Endlaugensalze eine körperliche Schädigung seitens der Badenden nicht zu erwarten. Jedoch besteht eine unbequeme Eigenschaft des Wassers für Badeanstalten darin, dass aus dem oben bei Tuchfabriken und Walkereien angeführten Grunde die Reinigung der Wäsche kostspieliger wird, und dass diese in Folge der hygroskopischen Eigenschaften der Chloride schlecht trocknet. Wenn auch die gegenwärtige Beschaffenheit des Innerstewassers einer gedeihlichen Entwickelung des Fischereigewerbes gewiss nicht förderlich ist, könnte doch behauptet werden, dass durch die Einwirkung des Chlormagnesiums der Endlaugen der jetzige Fischbestand im Flusse noch weiter verändert und die Haltung lebender Fische in Handlungen erschwert würde. Sicheres ist indess aus der Litteratur nicht zu entnehmen. H. de Varigny und P. Bert[3]) halten einen Gehalt von 4 g Chlormagnesium im Liter noch nicht schädlich für Fische, während in den Versuchen von Richet[4]) die Konzentration von 1,5 g auf das Liter binnen 48 Stunden tödtlich wirkte.

Wollte man auch über alle diese gewerblichen Bedenken hinwegsehen, so würden doch noch gewichtige Gründe hygienischer Art verbleiben, welche gegen eine Vergünstigung durch Einleitung wechselnder Mengen von Endlaugen sprechen.

Das im Bette der Innerste selbst fliessende Wasser kommt allerdings für eine Trinkwasserversorgung kaum in Betracht; eine genügende Reinigung der für eine Gemeinde erforderlichen Mengen dürfte nach den bisherigen Erfahrungen über künstliche Wasserfiltration auf unüberwindliche Schwierigkeiten stossen. Jedoch betheiligt sich nach den angestellten Ermittelungen die Innerste ganz erheblich an dem Zustandekommen von Grundwasserzügen in dem groben Schotter des Alluviums. Die-

[1]) A. a. O. S. 50.
[2]) Papierzeitung 1883. S. 863.
[3]) Mitgetheilt bei Fischer a. a. O. S. 53.
[4]) Vergl. Koenig a. a. O. S. 414.

selben sind sicher in manchen Ortschaften durch Brunnen aufgeschlossen und hierdurch für die allgemeine Benutzung zugängig gemacht. Somit wird jetzt durch natürliche Bodenfiltration ein Theil des Innerstewassers gebrauchs- und genussfähig; diese Eigenschaft kann bei Einleitung der Endlaugen in den Fluss leicht verloren gehen, da deren gelöste salzige Bestandtheile vom Boden nur unvollkommen zurückgehalten werden.

Man könnte einwenden, dass das Wasser durch Verschlammung des Flussbettes an einem Eindringen in den Boden gehindert würde. Der Schlamm der Oberharzer Pochwerke, welchen die Innerste mit fortbewegt, besteht in physikalischer Hinsicht aus zweierlei Material, aus einem äusserst feinen weichen, welches sich lange im Wasser schwebend erhält und in diesen Zustand selbst nach dem Niedersinken leicht wieder zurückkehrt, sowie aus einem gröberen, körnigen, welches in Folge seines höheren spezifischen Gewichtes leicht zu Boden sinkt und zur Fortbewegung grösserer Kraft seitens des Wassers bedarf. Während von dem letzterem Material sicher anzunehmen ist, dass das Wasser zwischen demselben hindurch treten kann, ist bezüglich des ersteren die Möglichkeit eines vollkommenen Abschlusses nicht abzuweisen. Ein solcher wird jedoch nur da eintreten, wo der feine Schlamm wirklich Gelegenheit zum Absetzen findet, nämlich an Stellen schwächster Strömung; sobald sich die Bewegung des Wassers nur in geringem Grade, z. B. nach einer Krümmung des Flusslaufes, vermehrt, wird die Schlickschicht wieder abgehoben und das Flussbett wieder durchlässig. Dass sich solche Vorgänge selbst bei schwacher Strömung zur Zeit des Niederwassers abspielen, dafür sprach der bereits früher geschilderte Augenschein der Flussoberfläche bei der örtlichen Besichtigung: nur selten bekam man die Innerste in gleichmässiger Trübung zu sehen, es war vielmehr ein fortwährendes Spiel einzelner, wolkenartiger Aufwirbelungen; der feine Schlamm kam nicht zur Ruhe. Unter solchen Umständen bleibt das Innerstebett an vielen Stellen durchlässig für Wasser; am stärksten wird dies unterhalb der Stauvorrichtungen der Mühlen der Fall sein, da hier die anhaltend starke Strömung den Schotter des Alluviums blosslegt

Es ist mithin zu erwarten, dass bei Einleitung der Endlaugen in den Fluss das Grundwasser im Alluvium bezüglich seiner chemischen Beschaffenheit allmählich dem Innerstewasser ähnlich wird. Die geologischen Verhältnisse lassen sogar die Möglichkeit zu, dass das Grundwasser eine ungünstigere Zusammensetzung als das Flusswasser an solchen Stellen aufweist, an welchen das Innerstewasser selbst durch den Zutritt von Nebenflüsschen unterhalb Langelsheim eine weitere Verdünnung zeigt, während das bereits nahe der Fabrik, wo die Abwässer noch konzentrirter sind, aus dem Flussbette in das Alluvium übergetretene Wasser sich im Boden unabhängig vom Flusslaufe thalwärts bewegt. Etwas Aehnliches wurde seitens des Gesundheitsamtes bei Untersuchung der Wasserversorgung der Stadt Bernburg[1]) beobachtet. Es wird daselbst das Grundwasser nahe der Saale entnommen; im Laufe der Jahre steigerte sich der Kochsalzgehalt desselben und erreichte annähernd die Höhe des im Saalewasser befindlichen. Obwohl die Brunnen des dortigen Wasserwerks nur 70 m vom rechten Flussufer abseits liegen, konnte an dieser Stelle eine direkte Verbindung des Fluss- und Grundwassers wegen der Auskleidung des Flussbettes mit Schlick nicht nachgewiesen werden; es wurde vielmehr festgestellt, dass ersteres an weiter oberhalb gelegenen Stellen in das Alluvium der Saale eindringt und auf diesem Wege zum Brunnenwasser gelangt.

---

[1]) Vergl. Gutachten, betreffend das Leitungswasser der Stadt Bernburg. Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamte. Bd. 8, S. 578.

Hochwasser im Flusse würden nur wenig zu einer Verdünnung des Grundwassers im Alluvium beitragen, weil sie schnell abfliessen und vorwiegend den gangbarsten Weg, nämlich das Flussbett selbst, benutzen. Weit eher kann eine Anreicherung der filtrirenden Bodenschichten mit Salzen stattfinden, wodurch später das durchziehende Grundwasser ebenfalls in seinem Salzgehalte erhöht würde.

Die zum Grundwasser tretenden Salze würden dasselbe derart verändern, dass es durch einen laugenartigen Geschmack ungeniessbar und in Folge der Steigerung seiner Härte für manche Zwecke (Waschen, Reinigen, Darstellung gewisser Speisen und Getränke) weniger brauchbar wäre.

Es kann somit die Einleitung der Endlaugen aus der Langelsheimer Chlorkalium-Fabrik in die Innerste vom hygienischen Standpunkte aus nicht für zulässig erachtet werden.

Nebenbei sei noch angeführt, dass auch manche gewerbliche Betriebe unter den Veränderungen des Grundwassers leiden würden.

Zur Kenntniss des Stoffwechsels wachsender Hunde[1]).

Von

Privatdozent Dr. med. E. Rost,

Kommissarischer Hülfsarbeiter im Kaiserlichen Gesundheitsamte.

(Hierzu Tafel VIII.)

Gelegentlich der Ausführung grösserer Reihen von Stoffwechselversuchen sind auch **wachsende** Hunde in den Bereich der Untersuchung gezogen worden.

Diese im Sommer 1899 in Gemeinschaft mit Herrn Weitzel und Herrn Dr. Prall gewonnenen Ergebnisse haben durch die Arbeiten O. Heubner's[2]) über die Energiebilanz des menschlichen Säuglings einen gewissen Werth als Vergleichsmaterial erlangt und sollen wesentlich aus diesem Grunde veröffentlicht werden.

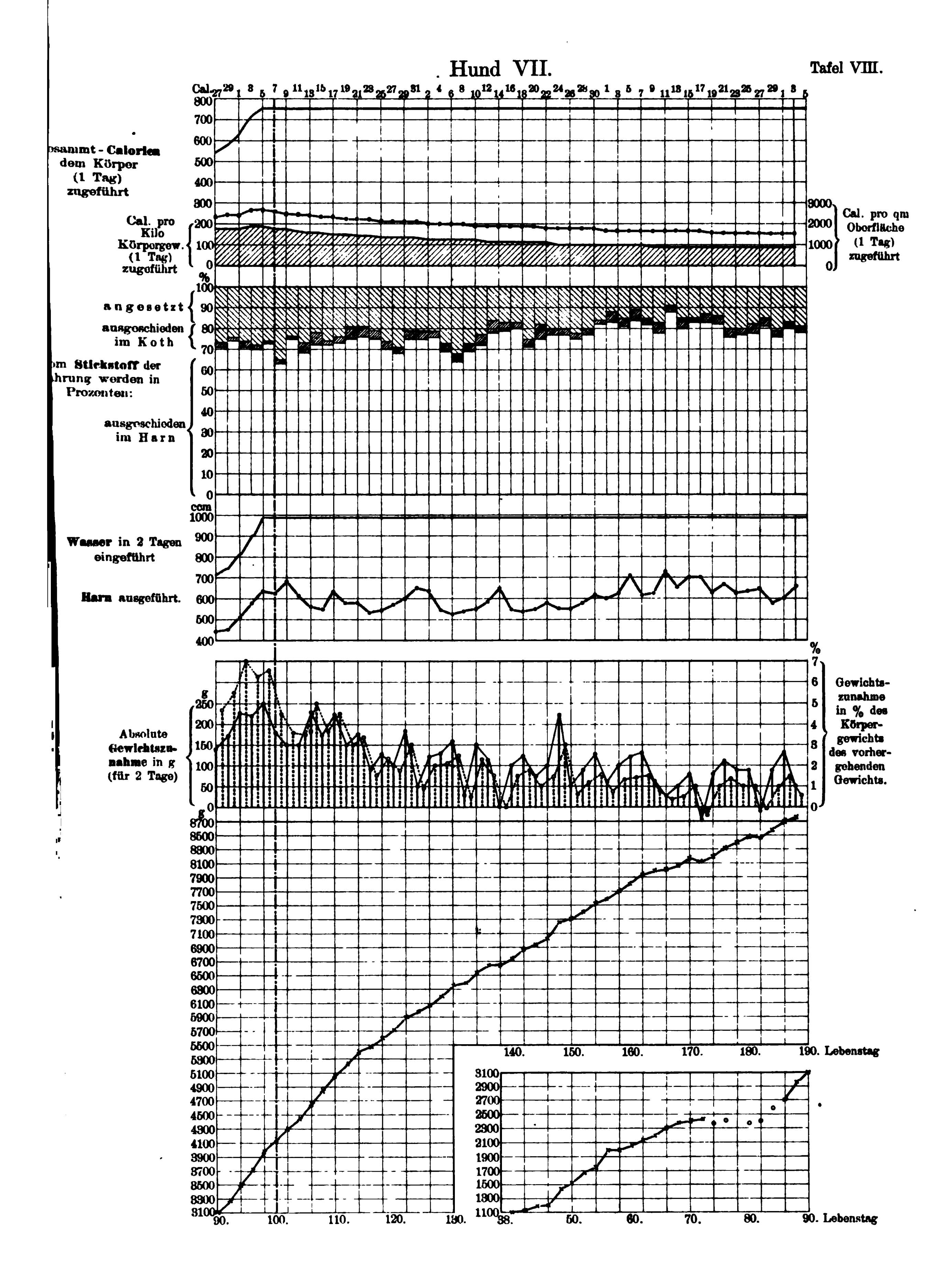
Auch sonst sind die Stoffwechselversuche am wachsenden Organismus nicht ohne Interesse; stellt doch das Wachsthum im Gegensatze zum Stoffumsatz des ausgewachsenen, im stofflichen Gleichgewicht beharrenden Organismus diejenige Form dar, in der der Körper tagtäglich ein anderer ist und über Jahre, beim Menschen über Jahrzehnte hinaus, beständig nicht nur die bestehenden Zellen mit Inhalt anreichert und die Zahl der vorgebildeten Zellen der Organe vermehrt, indem er hierzu Eiweiss, Fett, Kohlehydrate, Salze und Wasser aus der Nahrung entnimmt, sondern auch sich wesentlich in der Zusammensetzung seiner Gewebe ändert, indem beispielsweise der ursprünglich wasserreichere Organismus konzentrirter wird und durch Bildung der Knochensubstanz sich kalkreicher macht. Bei einer Mästung, bei der Entstehung von Fettansatz, in der Rekonvaleszenz nach fieberhaften Krankheiten handelt es sich dagegen um einen Vorgang von vorübergehender Dauer, der „Ansatz“ genannt wird, sei es im wesentlichen eines Bestandtheils wie des Fetts, sei es des geschwundenen Inhalts mancher Zellen oder um Neubildung von anatomisch veränderten, also auch funktionell untauglich gewordenen Zellen gewisser Bezirke (Typhus). Aber auch für diese Fälle wird die Kenntniss des physiologischen Wachsthums die Grundlage bilden müssen.

Die Versuchsthiere wurden zusammen mit 4 anderen Geschwistern am 1. April 1899 im Kaiserl. Gesundheitsamt geboren und blieben bis zum 26. Mai (56. Lebens-

---

[1]) Auszugsweise in der Physiolog. Gesellschaft zu Berlin vorgetragen; vergl. Verhandl. ders. vom 26. Juli 1901.

[2]) Heubner, Die Energiebilanz des Säuglings. Berl. klin. Wochenschr. 1901, Nr. 17, S. 449. — Zeitschr. f. physikal. u. diätet. Therapie Bd. 5, 1901, S. 13.


Hund VII.
Tafel VIII.
Cal.
…esammt - Calorien dem Körper (1 Tag) zugeführt
Cal. pro Kilo Körpergew. (1 Tag) zugeführt
Cal. pro qm Oberfläche (1 Tag) zugeführt
angesetzt
ausgeschieden im Koth
…om Stickstoff der …hrung werden in Prozenten:
ausgeschieden im Harn
ccm
Wasser in 2 Tagen eingeführt
Harn ausgeführt.
Absolute Gewichtszunahme in g (für 2 Tage)
Gewichtszunahme in % des Körpergewichts des vorhergehenden Gewichts.
190. Lebenstag
90. Lebenstag

Zur Kenntniss des Stoffwechsels wachsender Hunde[1]).

Von

Privatdozent Dr. med. E. Rost,

Kommissarischer Hülfsarbeiter im Kaiserlichen Gesundheitsamte.

(Hierzu Tafel VIII.)

Gelegentlich der Ausführung grösserer Reihen von Stoffwechselversuchen sind auch **wachsende** Hunde in den Bereich der Untersuchung gezogen worden.

Diese im Sommer 1899 in Gemeinschaft mit Herrn Weitzel und Herrn Dr. Prall gewonnenen Ergebnisse haben durch die Arbeiten O. Heubner's[2]) über die Energiebilanz des menschlichen Säuglings einen gewissen Werth als Vergleichsmaterial erlangt und sollen wesentlich aus diesem Grunde veröffentlicht werden.

Auch sonst sind die Stoffwechselversuche am wachsenden Organismus nicht ohne Interesse; stellt doch das Wachsthum im Gegensatze zum Stoffumsatz des ausgewachsenen, im stofflichen Gleichgewicht beharrenden Organismus diejenige Form dar, in der der Körper tagtäglich ein anderer ist und über Jahre, beim Menschen über Jahrzehnte hinaus, beständig nicht nur die bestehenden Zellen mit Inhalt anreichert und die Zahl der vorgebildeten Zellen der Organe vermehrt, indem er hierzu Eiweiss, Fett, Kohlehydrate, Salze und Wasser aus der Nahrung entnimmt, sondern auch sich wesentlich in der Zusammensetzung seiner Gewebe ändert, indem beispielsweise der ursprünglich wasserreichere Organismus konzentrirter wird und durch Bildung der Knochensubstanz sich kalkreicher macht. Bei einer Mästung, bei der Entstehung von Fettansatz, in der Rekonvaleszenz nach fieberhaften Krankheiten handelt es sich dagegen um einen Vorgang von vorübergehender Dauer, der „Ansatz" genannt wird, sei es im wesentlichen eines Bestandtheils wie des Fetts, sei es des geschwundenen Inhalts mancher Zellen oder um Neubildung von anatomisch veränderten, also auch funktionell untauglich gewordenen Zellen gewisser Bezirke (Typhus). Aber auch für diese Fälle wird die Kenntniss des physiologischen Wachsthums die Grundlage bilden müssen.

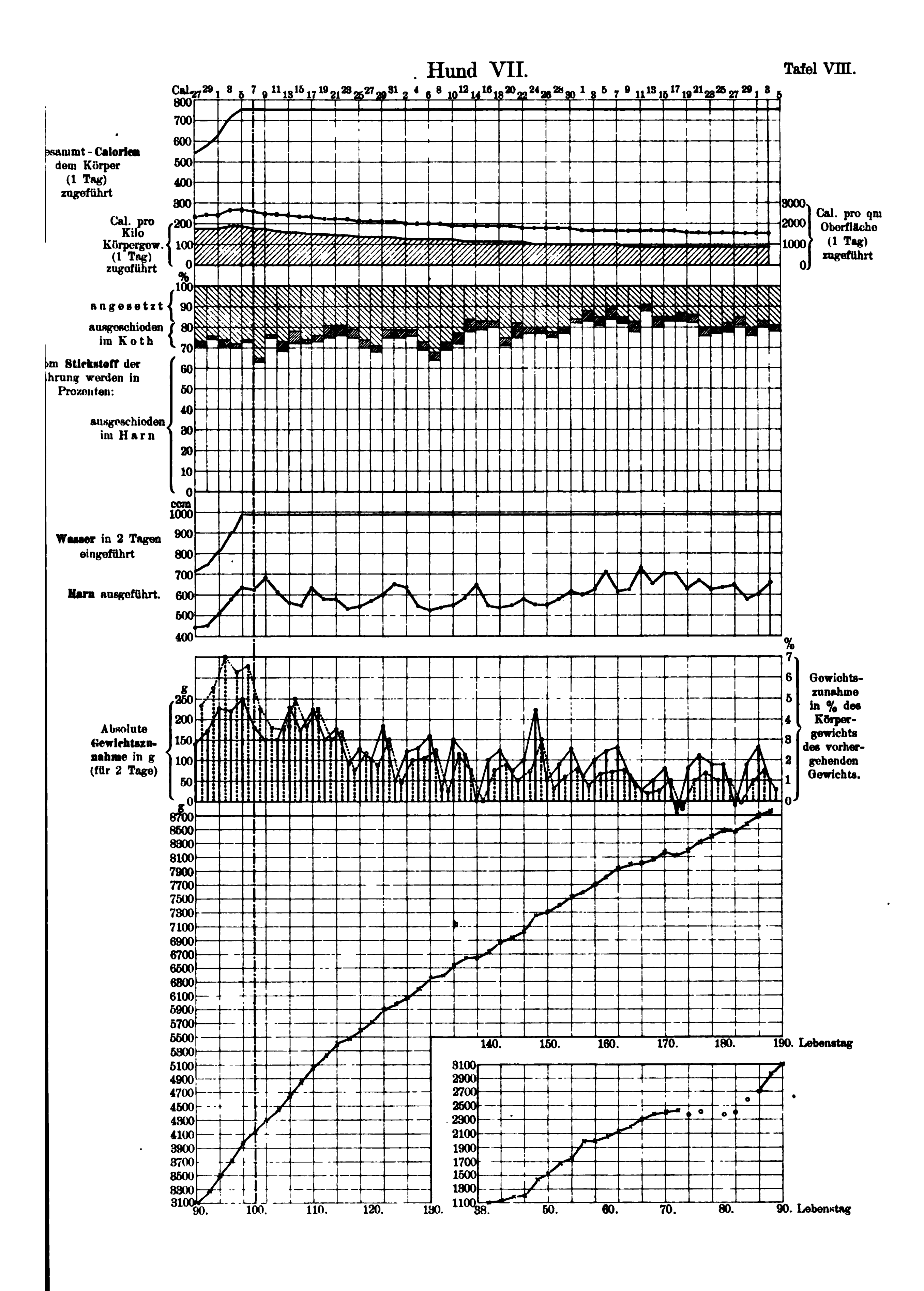
Die Versuchsthiere wurden zusammen mit 4 anderen Geschwistern am 1. April 1899 im Kaiserl. Gesundheitsamt geboren und blieben bis zum 26. Mai (56. Lebens-

---

[1]) Auszugsweise in der Physiolog. Gesellschaft zu Berlin vorgetragen; vergl. Verhandl. ders. vom 26. Juli 1901.

[2]) Heubner, Die Energiebilanz des Säuglings. Berl. klin. Wochenschr. 1901, Nr. 17, S. 449. — Zeitschr. f. physikal. u. diätet. Therapie Bd. 5, 1901, S. 13.

Hund VII. Tafel VIII.



tag) an der Mutter. Darauf wurden sie bis zum 9. Juni (70. Lebenstag) mit Milch und Pferdefleisch, später mit Fleisch, Fett und Knochenasche ernährt. Am 17. Juni (78. Lebenstag) begannen die Stoffwechseluntersuchungen, zunächst bei pro Kilo Körpergewicht beständig steigenden Fleisch- und Fettmengen, später vom 7. Juli (98. Lebenstag) an bei für jedes Thier gleichbleibendem Stickstoffgehalt, Fett-, Knochenasche- und Wassermenge der Nahrung.

Die sämmtlich langhaarigen Thiere, welche in einem grossen, luftigen, gut ventilirten Stall zur ebenen Erde je in einem geräumigen Stoffwechselkäfig gehalten wurden, zeigten beständig Wohlbefinden, spielten sehr lebhaft, wie junge Thiere zu thun pflegen, und verzehrten ihr Futter, das ihnen täglich einmal zur bestimmten Stunde gereicht wurde, mit grosser Fresslust sofort völlig auf.

Die Versuchstechnik und Methodik war die allgemein übliche, in einer früheren Arbeit[1]) beschriebene: nach dem Stickstoffgehalt[2]) der Nahrung wurde das gemahlene Fleisch abgewogen, mit selbst ausgelassenem, filtrirtem Schweinefett, Knochenasche[1]) und Wasser innig vermischt.

Da von einem Katheterisiren abgesehen werden musste, wurden 48stündige Perioden gewählt, was um so eher erlaubt war, als junge Hunde sehr häufig Harn entleeren, und Einzelschwankungen sich bei 44 Doppeltagen ausgleichen mussten. Der Harn wurde durch Zusatz von Chloroform oder Thymol konservirt.

Die Tabellen und Kurven bedürfen noch einiger erläuternder Bemerkungen. Die Oberfläche des Thieres wurde nach der Meeh'schen Formel berechnet: Oberfläche $= K \sqrt[3]{\text{Gewicht}^2}$.

Der Caloriengehalt der Nahrung ist nachträglich durch Rechnung annähernd ermittelt worden. Nach den Untersuchungen Rubner's[3]) und Köhlers[4]) liefert 1 g Substanz in Calorien:

---

[1]) E. Rost: Ueber den Einfluss des Natronsalpeters auf den Stoffwechsel des Hundes. Diese Zeitschr. Bd. 18, 1901, S. 78.

[2]) Die in 87 verschiedenen Proben von Pferdefleisch im Laufe von 2 Jahren gefundenen Stickstoffwerthe bewegten sich zwischen 3,02 und 3,56 % N. Unter diesen seien folgende Zahlen im Einzelnen wiedergegeben, die sich auf durchaus frisches Fleisch beziehen.

Unmittelbar nach dem Schlachten wurde aus derselben Stelle (Vorderbein) von je 5 Pferden Fleisch entnommen, auf Eis aufbewahrt nach dem Laboratorium geschafft, von Fett und Bindegewebe befreit und spätestens 3 Stunden nach dem Tod der Thiere analysirt.

12. Juli 1901		18. Juli 1901	
Pferd 1	3,445 %	Pferd 6	3,561 %
„ 2	3,172 „	„ 7	3,466 „
„ 3	3,352 „	„ 8	3,326 „
„ 4	3,341 „	„ 9	3,356 „
„ 5	3,375 „	„ 10	3,528 „
Mittel	3,348 %	Mittel	3,446 %

[3]) Rubner: Calorimetrische Untersuchungen. Zeitschr. f. Biolog. Bd. 21, 1885, S. 250.

[4]) A. Köhler: Beiträge zur Kenntniss der elementaren Zusammensetzung und Verbrennungswärme der Muskelsubstanz verschiedener Thiere. Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 31, 1900/1901, S. 479.

Substanz	Trockene Substanz Cal.	Aschefreie Trocken-substanz Cal.	Physiologischer Nutzeffekt der Substanz Cal.	Der Nutzeffekt beträgt in % des Bruttowärmewerthes %	Auf 1 Thl. Stickstoff trifft Wärme Cal.	
Muskel (Rind)	5,346	5,656 (möglichst fettarm!)	4,000	74,9	25,98	Rubner[1]
Fett (Schweinespeck ausgeschmolzen)	—	9,423	—	100	—	
Muskel (Rind)	—	5,677	—	—	—	A. Köhler
	—	5,701 (annähernd fettfrei!)	—	—	—	
Muskel (Pferd)	—	5,599	—	—	—	

Köhler fand den Wärmewerth des Pferdefleisches, für unsere Zwecke auf frisches Fleisch umgerechnet:

bei Brustmuskulatur mit 22,09 % Trockensubstanz (lufttrocken) für 100 g . . . . 107,2 Cal. / 107,1 „
bei Hinterschenkelmuskel desselben Pferdes mit 22,68 % Trockensubstanz für 100 g . . . . 107,9 „ / 107,9 „
bei Hinterschenkelmuskel eines jungen Pferdes mit 24,13 % Trockensubstanz für 100 g . . . . 117,7 „ / 117,6 „

Mittel 111 Cal.

Aus Rubner's exakten Untersuchungen kann man also die im Thierkörper zersetzte Fleisch- und Fettmenge berechnen, wenn man die Menge des eingeführten Stickstoffs mit 25,98, diejenige des Fettes mit 9,423 vervielfältigt. Diese Zahlen lassen sich für den vorliegenden Fall sicher ermitteln; sie sollen deshalb auch in den Kurven allein und in den Tabellen durchgehend gegeben werden. Neben diesen physiologischen Verbrennungswerthen hat aber gerade mit Hinblick auf Heubner's[2]) Berechnungen der Energiebilanz beim menschlichen Säugling die Kenntniss des Vorraths an potentieller Energie überhaupt in der Nahrung, d. h. ihr Wärmewerth ohne Rücksicht auf die Verwerthung im Körper, Interesse. Diese Zahlen seien neben den ersteren theilweise (je am 21., 49., 77. und 109. Versuchstag) wiedergegeben. Das Bild des Verlaufs des Wirthschaftens der 3 Thiere mit der stets gleichbleibenden Menge von Wärmeeinheiten wird dadurch ja nicht geändert. Nur darf man nicht vergessen, dass man mit diesen Zahlen Werthe herübernimmt, welche — sobald nicht jede verfütterte neue Fleischprobe auf ihren Wärmewerth untersucht wird — nur die Bedeutung von Durchschnittsangaben besitzen. Heubner verwendete bei seiner Berechnung die Mittelzahl 650 Cal. für 1 Kilo Frauenmilch, 670 Cal. für

---

[1]) Rubner: Calorimetrische Untersuchungen. Zeitschr. f. Biolog. Bd. 21, 1885, S. 333.
[2]) a. a. O. S. 18.

1 Kilo Kuhmilch (Zahlen, die Rubner'schen[1]) Untersuchungen mit der Berthelot-schen Bombe: fettarme Frauenmilch 614,2 Cal.; fettreiche Frauenmilch 723,9 Cal. — Kuhmilchsorten zwischen 622 und 690 Cal. pro Kilogramm entnommen sind).

Da nun Köhler in seiner Veröffentlichung Angaben über den Stickstoffgehalt des untersuchten Pferdefleisches nicht macht, können wir nur eine runde Zahl für unseren Zweck berechnen. Die von Köhler untersuchten Fleischsorten vom Pferd lieferten pro 100 g Substanz 111 Cal. Uebertragen wir die Rubner'schen Werthe der physiologischen Verbrennungswärme des Rindfleisches auf Pferdefleisch, so ergiebt sich 114—117 Cal. pro 100 g. Auf 1 Thl. Stickstoff im Rindfleisch treffen 25,98 Cal. Nettowärme. Da der Nutzeffekt nun 75 % beträgt, stellt sich für 1 Thl. Stickstoff im Rindfleisch der Bruttowerth auf 32,475 Cal. Es kommen also unter Benutzung dieser Zahl auf 100 g frisches Pferdefleisch bei einem Gehalt von 3,3 % Stickstoff 107 Cal., bei einem Gehalt von 3,4 % Stickstoff auf 100 g 110 Cal. Während also die Werthe des physiologischen Nutzeffekts durch Vervielfältigung des Nahrungsstickstoffs mit 25,98 erhalten werden, wird der Bruttowärmewerth durch Vervielfältigung mit 32,475 gewonnen. (Vergl. Tabellen S. 210—213.)

Die 3 Thiere (I, II und VII), welche am 7. Juli 3200, 2200 und 4150 g wogen, haben bei einer Nahrung, welche sich während des Versuchs nicht änderte, am ersten Versuchstag (7. Juli) aber pro Körperkilo für die 3 Thiere gleich war, 96, 110 und 110 % an Gewicht zugenommen, d. h. Hund II hat nach 74 und VII nach 68 Tagen das Anfangsgewicht verdoppelt.

Die Oberfläche der drei Thiere ist in demselben Zeitraum um 57, 65 und 64 % gewachsen. Dementsprechend haben sich am Schluss des Versuchs die den Thieren pro Gewichtseinheit oder pro Oberflächeneinheit zur Verfügung stehenden Calorien um die gleichen Prozentzahlen vermindert (s. später).

Die Harnmengen (2tägige Werthe) sind bei einer (willkürlichen) Theilung des Versuchs in 3 Abschnitte von je 14, 14 und 16 Doppeltagen:

	I	In % des Nahrungswassers	II	In % des Nahrungswassers	VII	In % des Nahrungswassers
	ccm	%	ccm	%	ccm	%
1. (Juli) . . .	385	53	354	59	588	59
2. (August) . .	384	53	352	59	566	57
3. (September) .	439	60	422	70	648	66

Ein Ansteigen der Harnmengen in dem 3. Theilabschnitt ist unverkennbar. Gegen Ende des ersten halben Lebensjahres schieden diese wachsenden Thiere also 60—70 % des Nahrungswassers (Wasser und Fleischwasser) durch die Nieren aus; die entsprechenden Werthe meiner analog gefütterten ausgewachsenen Hunde[2]) betrugen 85,7, 89,0, 91,9 %, d. h. 88,8 % im Durchschnitt. Ohne eine genaue Wasser-

[1]) Rubner: Zeitschr. f. Biol. Bd. 36, 1898, S. 1.

[2]) E. Rost: Ueber den Einfluss des Natronsalpeters auf den Stoffwechsel des Hundes. Verh. der physiol. Gesellsch. z. Berlin 26. April 1901.

Hund I

No.	Datum	Körpergewicht des Thieres in g	Gewichtszunahme in 2 Tagen in g	Gewichtszunahme in % vom voraufgehenden Gewicht	Oberfläche des Thieres in qcm	Eingeführt Stickstoff in g (pro 2 Tage)	Eingeführt Fett in g (pro 2 Tage)	Calorien absolut (pro 1 Tag physiolog. Wärmewerth)	Calorien pro Kilo Körpergewicht	Calorien pro qm Oberfläche	Eingeführt Wasser in ccm	Harn (2 tägige Werthe) Menge in ccm	Harn N in %	Harn N total	Koth (2 Tage) N total	N-Bilanz in g	N in % des Nahrungs-N im Harn	N in % des Nahrungs-N im Koth	N in % des Nahrungs-N als Ansatz
1	17. VI.	1850	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	19. „	1900	50	—	—	14,69	36	350	192	—	524	366	2,9	10,558	—	—	—	—	—
5	21. „	2050	150	7,9	1824	15,40	37	370	180	1947	540	325	3,4	10,965	1,015	+ 3,42	71	9	20
7	23. „	2120	70	3,8	1865	16,15	38	380	180	1979	556	323	3,7	12,112	0,575	3,46	75	4	21
9	25. „	2320	200	9,4	1980	18,36	42	430	185	1939	605	420	3,2	13,314	0,297	4,75	72	2	26
11	27. „	2400	80	3,4	2025	18,36	42	430	182	2123	605	372	3,6	14,332	0,179	3,85	78	1	21
13	29. „	2550	150	6,2	2109	19,20	45	460	178	2039	626	405	3,7	15,032	0,854	3,31	78	5	17
15	1. VII.	2720	170	6,6	2202	21,48	50	510	195	2066	674	394	4,1	16,339	0,861	4,29	76	4	20
17	3. „	2920	200	8,0	2309	24,68	50	540	185	2201	736	327	4,3	14,155	0,645	9,88	60	2	38
19	5. „	3070	150	5,1	2387	27,88	50	590	196	2468	915	457	4,3	19,655	0,747	7,48	71	2	27
21	7. „	3200	130	4,2	2454	24,5	50	555	173	2260	725	460	4,1	18,701	0,675	5,12	76	3	21
								(21) Bruttowärmewerth								Durchschnitt		3,55	
								635	198	2600									
23	9. VII.	3270	70	2,2	2489	24,5	50	555	169	2193	725	498	3,6	17,752	1,124	+ 5,6	72	4	24
25	11. „	3370	100	3,0	2540	24,5	50	555	165	2150	725	430	4,2	18,144	0,455	5,9	74	2	24
27	13. „	3400	30	0,9	2555	24,5	50	555	160	2137	725	415	4,5	18,580	0,760	5,2	76	3	21
29	15. „	3550	150	4,4	2630	24,5	50	555	154	2076	725	344	5,2	17,760	0,784	6,0	72	3	35
31	17. „	3680	130	3,6	2694	24,5	50	555	149	2027	725	343	5,0	17,020	0,525	7,0	69	2	29
33	19. „	3820	140	3,8	2761	24,5	50	555	143	1977	725	368	5,0	18,403	0,841	5,3	75	3	22
35	21. „	3950	130	3,4	2827	24,5	50	555	138	1954	725	374	4,2	15,441	0,819	8,2	63	3	34
37	23. „	4000	50	1,2	2847	24,5	50	555	136	1918	725	390	4,5	17,581	0,838	6,1	72	3	25
39	25. „	4100	100	2,5	2895	24,5	50	555	133	1886	723	342	5,4	18,635	1,138	4,7	76	5	19
41	27. „	4200	100	2,4	2942	24,5	50	555	130	1856	725	352	5.4	19,14	0,889	4,5	78	4	18
43	29. „	4300	100	2,4	2988	24,5	50	555	127	1840	725	435	4,9	21,412	0,651	2,4	87	2	11
45	31. „	4300	0	0	2988	24,5	50	555	127	1840	725	400	4,7	18,928	1,424	4,2	77	6	17
47	2. VIII.	4400	100	2,3	3034	24,5	50	555	126	1830	725	361	5,1	18,417	1,004	5,1	75	4	21
49	4. „	4450	50	1,1	3057	24,5	50	555	124	1800	725	340	5,3	17,907	1,495	5,1	73	6	21
Gesammtzunahme			1250		603						Durchschnitt	385				Durchschnitt		3,6	23
Durchschnitt			44		22			in % des Nahrungswassers = 53											
								(49) Bruttowärmewerth											
								635	142	2070									
51	6. VIII.	4500	50	1,1	3080	24,5	50	555	122	1778	725	390	4,6	18,138	1,306	+ 5,1	74	5	21
53	8. „	4500	0	0	3080	24,5	50	555	122	1773	725	388	5,0	19,229	0,994	4,3	78	4	18
55	10. „	4590	90	2	3121	24,5	50	555	120	1749	725	332	5,8	19,233	0,833	4,4	78	3	19
57	12. „	4730	140	3,1	3184	24,5	50	555	116	1715	725	340	5,6	19,040	0,675	4,8	77	3	20
59	14. „	4750	20	0,4	3193	24,5	50	555	116	1710	725	403	4,8	19,375	0,998	4,1	78	4	18
61	16. „	4840	90	1,9	3248	24,5	50	555	114	1681	725	326	6,4	20,886	1,015	2,6	85	4	11
63	18. „	4890	50	1,0	3256	24,5	50	555	113	1677	725	372	5,3	19,686	0,699	4,1	80	3	17
65	20. „	5050	160	3,2	3326	24,0	50	555	110	1642	725	348	5,5	19,146	1,050	4,4	78	4	18
67	22. „	5040	-10	0,2	3322	24,5	50	555	110	1604	725	440	4,5	19,798	1,442	3,3	81	6	13
69	24. „	5230	190	3,7	3405	24,5	50	555	106	1604	725	430	4,6	19,914	0,368	4,2	81	2	17
71	26. „	5270	40	0,7	3422	24,5	50	555	104	1596	725	378	5,2	19,729	0,924	3,9	80	4	16
73	28. „	5310	40	0,7	3439	24,5	50	555	103	1588	725	462	4,3	19,881	0,833	3,8	81	3	16
75	30. „	5370	60	1,1	3465	24,5	50	555	103	1580	725	377	4,8	17,172	1,037	6,3	70	4	26
77	1. IX.	5400	30	0,5	3478	24,5	50	555	102	1570	725	390	4,7	18,488	0,479	5,5	75	2	23
Gesammtzunahme			950		421						Durchschnitt	384				Durchschnitt		3,6	18
Durchschnitt			34		15			in % des Nahrungswassers = 53											
								(77) Bruttowärmewerth											
								635	117	1820									

No.	Datum	Körpergewicht des Thieres in g	Gewichtszunahme in 2 Tagen in g	Gewichtszunahme in 2 Tagen in % vom voraufgehenden Gewicht	Oberfläche des Thieres in qcm	Eingeführt Stickstoff in g pro 2 Tage	Eingeführt Fett in g pro 2 Tage	Calorien absolut (pro 1 Tag physiolog. Wärmewerth)	Calorien pro Kilo Körpergewicht	Calorien pro qm Oberfläche	Eingeführt Wasser in ccm	Harn 2 tägige Werthe Menge in ccm	Harn N in %	Harn N total	Koth (2 Tage) N total	N-Bilanz in g	N in % des Nahrungs-N im Harn	im Koth	als Ansatz
79	3. IX.	5490	90	1,7	3517	24 5	50	555	101	1553	725	418	4,8	20,201	1,285	+3,0	81	5	14
81	5. „	5560	70	1,2	3548	24,5	50	555	100	1540	725	425	4,7	20,016	1,005	3;5	81	4	15
83	7. „	5650	90	1,6	3585	24,5	50	555	98	1523	725	353	5,6	19,768	0,829	3,9	80	3	17
85	9. „	5690	40	0,7	3602	24,5	50	555	97	1516	725	423	4,7	19,867	0,801	2,8	81	3	16
87	11. „	5740	50	0,9	3623	24,5	50	555	96	1507	725	475	4,2	19,883	0,946	3,7	81	4	15
89	13. „	5750	10	0,2	3627	24,5	50	555	96	1505	725	458	4,4	20,043	1,131	3,3	82	5	13
91	15. „	5810	60	1,0	3652	24,5	50	555	95	1495	725	430	4,6	19,806	0,622	4,1	81	2	17
93	17. „	5800	−10	−0,2	3648	24,5	50	555	95	1497	725	—	4,1	—	0,987	—	—	4	—
95	19. „	5850	50	0,9	3669	24,5	50	555	94	1488	725	429	4,6	20,940	1,187	2,4	85	5	10
97	21. „	5980	130	2,1	3725	24,5	50	555	93	1477	725	430	4,6	20,023	0,455	4,0	82	2	16
99	23. „	6070	90	1,4	3760	24,5	50	555	91	1472	725	442	4,6	20,482	0,875	3,2	83	3	14
101	25. „	6090	20	0,3	3768	24,5	50	555	91	1469	725	490	4,1	20,017	0,875	3,6	82	2	16
103	27. „	6150	60	1,0	3793	24,5	50	555	90	1460	725	478	4,4	20,080	0,855	3,6	82	3	15
105	29. „	6210	60	1,0	3818	24,5	50	555	89	1450	725	427	4,6	19,608	1,113	3,8	80	5	15
107	1. X.	6250	40	0,6	3834	24,5	50	555	88	1444	725	478	4,4	20,976	0,809	2,7	85	3	12
109	3. „	6280	30	0,5	3846	24,5	50	555	88	1440	725	440	4,3	18,726	0,406	5,4	80	2	18

Gesammtzunahme 880 — 368 — Durchschnitt *439* — Durchschnitt *3,4* *14*

Durchschnitt *28* — *11* — in % des Nahrungswassers = 60 — Gesammtdurchschnitt *3,5*

(109) Bruttowärmewerth

| 635 | 101 | 1650 |

Hund II

No.	Datum	Körpergewicht in g	Zunahme in g	Zunahme in %	Oberfläche qcm	Stickstoff in g	Fett in g	Calorien absolut	pro Kilo	pro qm	Wasser ccm	Harn Menge ccm	N in %	N total	Koth N total	N-Bilanz in g	im Harn	im Koth	als Ansatz
1	17. VI.	1170	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	19. „	1200	30	—	—	9,18	24	230	204	—	300	235	3,1	7,318	—	—	—	—	—
5	21. „	1300	100	8,3	1346	9,69	24	240	181	1753	314	190	3,4	6,538	0,481	+2,67	67	5	28
7	23. „	1350	50	3,8	1380	10,2	24	240	179	1739	325	185	3,8	7,088	0,429	+2,7	70	4	26
9	25. „	1500	150	11,1	1481	11,47	27	280	184	1871	350	228	3,4	7,871	0,591	+3,01	70	5	25
11	27. „	1590	90	6,0	1539	11,47	27	280	174	1799	350	285	3,2	9,027	0,457	+2,02	78	1	21
13	29. „	1670	80	5,0	1591	12,43	30	300	177	1855	425	328	2,8	9,257	0,519	+2,66	74	4	22
15	1. VII.	1820	150	9,0	1684	14,08	34	340	185	2007	510	325	3,1	10,074	0,322	+3,68	71	2	27
17	3. „	1920	100	5,5	1746	16,01	34	370	189	2080	550	373	2,8	10,621	0.585	+4,81	66	3	31
19	5. „	2080	160	8,3	1841	18,55	34	400	190	2151	610	388	3,3	12,722	0,858	+4,97	68	4	28
21	7. „	**2200**	120	5,8	**1911**	18,0	34	394	179	2030	600	348	3,6	12,638	0,616	+4,8	70	3	27

(21) Bruttowärmewerth — Durchschnitt *3,4*

| 452 | 205 | 2360 |

No.	Datum	Körpergewicht in g	Zunahme in g	Zunahme in %	Oberfläche qcm	Stickstoff in g	Fett in g	Calorien absolut	pro Kilo	pro qm	Wasser ccm	Harn Menge ccm	N in %	N total	Koth N total	N-Bilanz in g	im Harn	im Koth	als Ansatz
23	9. VII.	2320	120	5,4	1980	18	34	394	167	1959	600	387	3,0	11,957	0,704	+5,3	70	4	26
25	11. „	2370	50	2,1	2009	18	34	394	163	1932	600	?241?	—	—	0,628	—	—	—	—
27	13. „	2430	60	2,5	2042	18	34	394	160	1900	600	342	3,1	10,690	0,588	+6,7	59	3	38
29	15. „	2520	90	3,7	2093	18	34	394	154	1854	600	324	3,6	11,430	0,783	+5,8	63	4	33
31	17. „	2670	150	6,6	2175	18	34	394	146	1784	600	340	4,0	13,629	0,745	+3,6	76	4	20
33	19. „	2850	180	6,7	2271	18	34	394	137	1708	600	293	4,3	12,578	0,710	+4,7	70	4	26
35	21. „	2980	130	4.5	2340	18	34	394	130	1658	600	326	3,9	12,568	0.626	+4,8	70	3	27
37	23. „	3000	20	0,7	2351	18	34	394	129	1651	600	328	3,6	11,838	0,697	+5,5	66	3	31
39	25. „	3100	100	3,3	2402	18	34	394	125	1615	600	352	3,9	13,7	0,595	+3,5	76	3	21
41	27. „	3170	70	2,2	2438	18	34	394	122	1591	600	355	3,6	12,945	1,116	+3,9	72	6	22
43	29. „	3250	80	2,5	2454	18	34	394	120	1585	600	284	3,7	10,473	0,966	+6,6	58	5	37
45	31. „	3350	100	3,0	2530	18	34	394	116	1534	600	418	3,8	15.800	0,706	+1,5	88	4	8
47	2. VIII.	3390	40	1,2	2550	18	34	394	115	1523	600	388	3,4	13,026	0,966	+4,0	72	5	23
49	4. „	3500	110	3,2	2605	18	34	394	112	1490	600	366	3,6	13,148	1,056	+3,8	73	6	21

Gesammtzunahme 1300 — 694 — Durchschnitt *354* — Durchschnitt *4,1* *26*

Durchschnitt *46* — *25* — in % des Nahrungswassers = 59

(49) Bruttowärmewerth

| 452 | 129 | 1730 |

Zur Kenntniss des Stoffwechsels wachsender Hunde[1].

Von

Privatdozent Dr. med. E. Rost,

Kommissarischer Hülfsarbeiter im Kaiserlichen Gesundheitsamte.

(Hierzu Tafel VIII.)

Gelegentlich der Ausführung grösserer Reihen von Stoffwechselversuchen sind auch **wachsende** Hunde in den Bereich der Untersuchung gezogen worden.

Diese im Sommer 1899 in Gemeinschaft mit Herrn Weitzel und Herrn Dr. Prall gewonnenen Ergebnisse haben durch die Arbeiten O. Heubner's[2] über die Energiebilanz des menschlichen Säuglings einen gewissen Werth als Vergleichsmaterial erlangt und sollen wesentlich aus diesem Grunde veröffentlicht werden.

Auch sonst sind die Stoffwechselversuche am wachsenden Organismus nicht ohne Interesse; stellt doch das Wachsthum im Gegensatze zum Stoffumsatz des ausgewachsenen, im stofflichen Gleichgewicht beharrenden Organismus diejenige Form dar, in der der Körper tagtäglich ein anderer ist und über Jahre, beim Menschen über Jahrzehnte hinaus, beständig nicht nur die bestehenden Zellen mit Inhalt anreichert und die Zahl der vorgebildeten Zellen der Organe vermehrt, indem er hierzu Eiweiss, Fett, Kohlehydrate, Salze und Wasser aus der Nahrung entnimmt, sondern auch sich wesentlich in der Zusammensetzung seiner Gewebe ändert, indem beispielsweise der ursprünglich wasserreichere Organismus konzentrirter wird und durch Bildung der Knochensubstanz sich kalkreicher macht. Bei einer Mästung, bei der Entstehung von Fettansatz, in der Rekonvaleszenz nach fieberhaften Krankheiten handelt es sich dagegen um einen Vorgang von vorübergehender Dauer, der „Ansatz" genannt wird, sei es im wesentlichen eines Bestandtheils wie des Fetts, sei es des geschwundenen Inhalts mancher Zellen oder um Neubildung von anatomisch veränderten, also auch funktionell untauglich gewordenen Zellen gewisser Bezirke (Typhus). Aber auch für diese Fälle wird die Kenntniss des physiologischen Wachsthums die Grundlage bilden müssen.

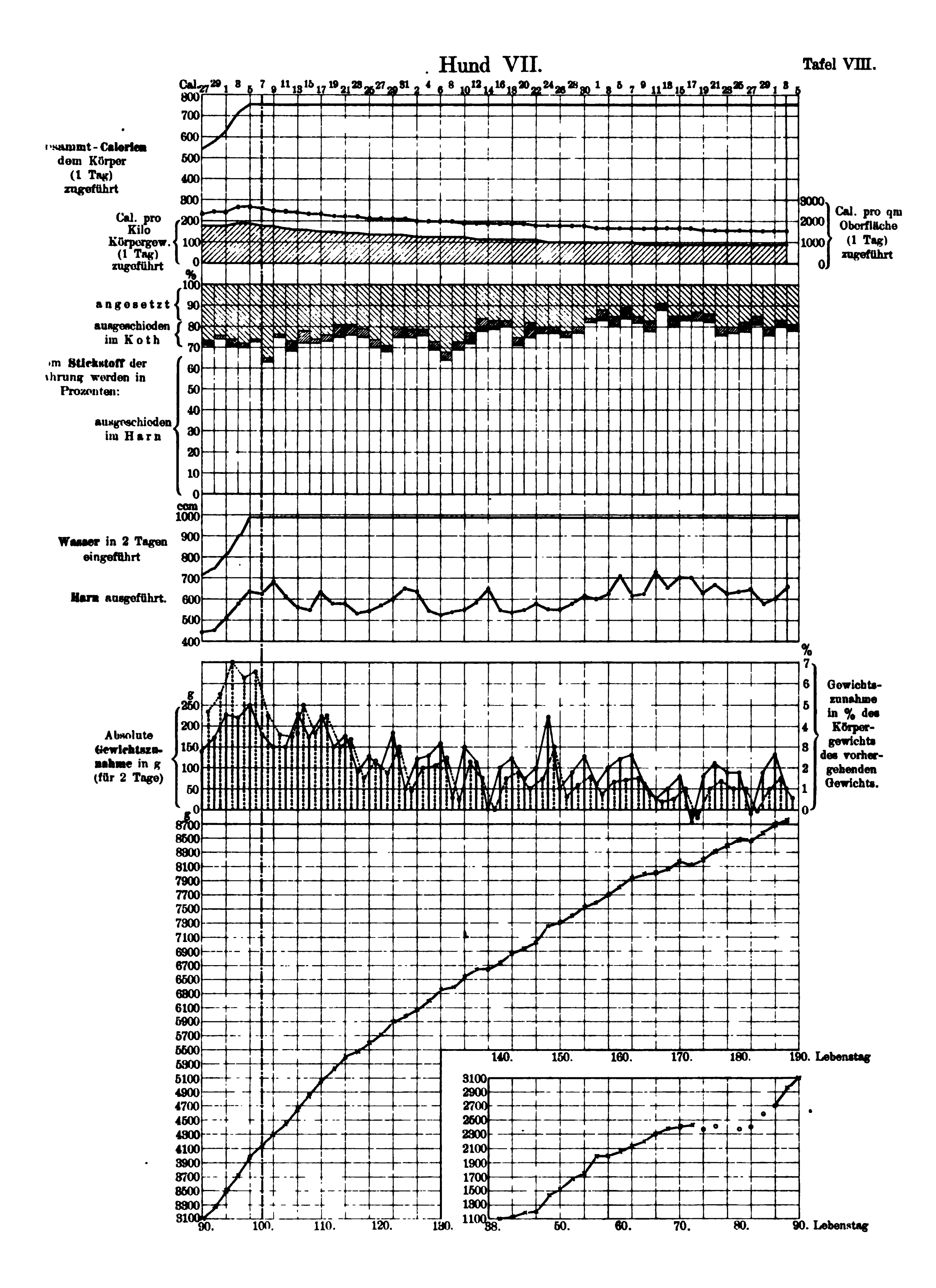
Die Versuchsthiere wurden zusammen mit 4 anderen Geschwistern am 1. April 1899 im Kaiserl. Gesundheitsamt geboren und blieben bis zum 26. Mai (56. Lebens-

---

[1]) Auszugsweise in der Physiolog. Gesellschaft zu Berlin vorgetragen; vergl. Verhandl. ders. vom 26. Juli 1901.

[2]) Heubner, Die Energiebilanz des Säuglings. Berl. klin. Wochenschr. 1901, Nr. 17, S. 449. — Zeitschr. f. physikal. u. diätet. Therapie Bd. 5, 1901, S. 13.

Hund VII.



Cal.
Gesammt-Calorien dem Körper (1 Tag) zugeführt
Cal. pro Kilo Körpergew. (1 Tag) zugeführt
Cal. pro qm Oberfläche (1 Tag) zugeführt
angesetzt
ausgeschieden im Koth
Vom Stickstoff der Nahrung werden in Prozenten:
ausgeschieden im Harn
ccm
Wasser in 2 Tagen eingeführt
Harn ausgeführt.
Absolute Gewichtszunahme in g (für 2 Tage)
Gewichtszunahme in % des Körpergewichts des vorhergehenden Gewichts.
140. 150. 160. 170. 180. 190. Lebenstag
90. 100. 110. 120. 130.
38. 50. 60. 70. 80. 90. Lebenstag

bilanz, bei der auch das Oxydationswasser berücksichtigt werden müsste, lässt sich mit Sicherheit natürlich nicht erweisen, dass diese Mehrausfuhr von Wasser im Harn bei den wachsenden Thieren auch thatsächlich einer Mehrabgabe von Wasser überhaupt entspricht; immerhin ist es höchst unwahrscheinlich, dass diese Harnzunahme allein auf Kosten der übrigen Wasserausgaben des Körpers geschehen ist, zumal da die Temperatur des Stalles nur wenig schwankte.

Die Betrachtung der Stickstoffmengen, welche im Koth zu Verlust gingen, und derjenigen, welche im Harn den Körper verliessen, verglichen mit dem Nahrungsstickstoff, ergiebt Folgendes:

Die Stickstoffmengen im Koth betragen im Mittel sämmtlicher Werthe **3,8 %**; im Einzelnen:

	I	II	VII
1.	3,6 %	4,1 %	3,6 %
2.	3,6 „	4,6 „	3,9 „
3.	3,4 „	4,1 „	3,6 „
Mittel	3,5 %	4,3 %	3,7 %

Abgesehen von der Zahl 7 % bei VII am 20. August ist der höchste Werth 6 % im Koth.

Die nicht im Harn und im Koth erscheinenden Stickstoffmengen, auf den Nahrungsstickstoff bezogen, geben folgenden Einblick in den Gang des Anwuchses: Es wurden angesetzt in Prozenten des Nahrungsstickstoffs im Durchschnitt:

	I	II	VII
1.	23 %	26 %	23 %
2.	18 „	19 „	20 „
3.	14 „	14 „	16 „

Sie bedürfen aber noch einer Korrektur. In meinen früheren Versuchen konnte in den gleichen Käfigen ein Verlust von Stickstoff durch Eintrocknen von Harn im Käfig durch Analysirung des Spülwassers auf etwas über 1 % des gereichten Nahrungsstickstoffs festgestellt werden, ein Werth, dessen Richtigkeit durch erneute Versuche erwiesen wurde. Es soll nun in Anbetracht des häufigen Harnlassens ein Faktor von 2 bis 3 % des Nahrungsstickstoffs zu dem Harnstickstoff hinzugezählt werden; demgemäss ist bei der Bestimmung des zurückgehaltenen oder angesetzten Stickstoffs derselbe Werth abzuziehen.

Es ergiebt sich nun unter Benutzung dieses Faktors von 3 % für den nicht ausgeschiedenen Stickstoff, dass bei Umrechnung auf Fleisch (3,4 % Stickstoff) allein schon eine Körpergewichtszunahme von 4700, 3870, 5400 eingetreten sein müsste, der in Wirklichkeit nur 3080, 2440, 4600 g entsprechen. Wenn auch dieser Faktor keineswegs genau ist, so bleibt doch die Thatsache bestehen, dass alle drei Thiere mehr Stickstoff zurückbehalten, als sich aus der Zunahme des Körpergewichts berechnen lässt. Wollte man aus der Körpergewichtssteigerung unter der Annahme,

sie beruhe nur auf Fleischansatz, den Faktor bestimmen, so würden bei Hund I 9 %, bei II 6—7 %, bei VII 5 % als Spülwasser-Stickstoff anzunehmen sein, Werthe, die unter den geschilderten Verhältnissen überhaupt nicht in Frage kommen können. Zur Erklärung dieses Befundes muss die allmähliche grössere Wasserabgabe der Thiere (s. S. 209), und dadurch ein Konzentrirterwerden des Körpers und die Bildung von Gewebe mit höherem Stickstoffgehalt zur Erklärung herangezogen werden.

Aehnliche Verhältnisse sind bei Rekonvaleszenten nach fieberhaften Krankheiten (auch wenn Aufsaugung von grösseren Flüssigkeitsmengen [Wassersucht] nicht vorlag), und bei Diabetes beobachtet worden.

Svenson[1]) fand bei Typhusgenesenden trotz Stickstoffzurückhaltung anfänglich eine Gewichtsabnahme und später eine Zunahme, die nicht so gross war, als der nicht ausgeschiedene Stickstoff erwarten liess. Es scheint in der That der Körper während der Krankheit Wasser zurückgehalten und erst später hergegeben zu haben.

Lüthje[2]) untersuchte einen Zuckerkranken, der in 34 Tagen 394 g Stickstoff der Nahrung zurückhielt, obwohl er nur 1,9 Kilo an Gewicht zunahm. Diese 394 g Stickstoff würden 11,6 Kilo Muskelfleisch entsprechen. Bei der Annahme, dass diese 394 g Stickstoff als Eiweiss angesetzt würden, also dazu dienten, alle Gewebe eiweissreicher zu machen, so würden sie nach Lüthje einem Zuwachs des Körpergewichts von 2,4 Kilo entsprechen, d. h. einem Werth, der, innerhalb der Fehlergrenzen liegend, mit der beobachteten Zunahme von 1,9 Kilo in Einklang stehen würde. Der Fettgehalt blieb bei dem Kranken derselbe, für eine Aenderung des Wassergehaltes konnte Lüthje einen Anhaltspunkt nicht finden.

Da wir es zum mindesten im Anfang unseres Versuchs mit Ueberernährung zu thun haben, dürfen auch die Versuche am Menschen mit Ueberernährung zum Vergleich herangezogen werden. Auch in dem von White und Spriggs[3]) angestellten Versuch an einer 38jährigen organisch gesunden, vorher unterernährten Frau, die bei Mastkur während 55 Tagen um 13,3 Kilo zunahm, zeigte sich, dass mehr Stickstoff nicht zur Ausscheidung kam, als der Körpergewichtszunahme (als Muskelfleisch mit einem Gehalt von 3,3 % Stickstoff angenommen) entsprach. Nach der Gewichtszunahme würde die Frau 442 g Stickstoff angesetzt haben; nicht zur Ausscheidung gelangt sind aber 661 g Stickstoff. Wenn Verfasser auch davon folgende Abzüge machen, die für Haare und Epithelien entschieden zu hoch gegriffen sind,

Blut zweier Menstruationen	22 g	Stickstoff
Vaginalschleim	17 „	„
Haare und Epithelien	60 „	„

so bleibt doch noch ein Ueberschuss von 120 g, d. h. von 2 g Stickstoff auf den Tag. White und Spriggs sind geneigt, dies darauf zurückzuführen, dass einmal die

---

[1]) Svenson: Stoffwechselversuche an Rekonvaleszenten. Zeitschr. f. klin. Med. Bd. 43. 1901. S. 86.

[2]) Lüthje: Stoffwechselversuch an einem Diabetiker. Zeitschr f. klin. Med. Bd. 39. 1900. S. 397.

[3]) White und Spriggs: On metabolism in forced feeding. Journ. of physiology Bd. 26. 1901. S. 151.

Gewebe mehr einfachere stickstoffhaltige Substanzen (Kreatin, Harnstoff, milchsaures Ammoniak) enthielten als normal und dann dass der Wassergehalt der Gewebe sich verringert habe, besonders da nach Halliburton während des Hungerns die Eiweisskörper mehr Wasser enthielten als im gesunden Zustand („in inanition proteids contain more water than in health") und es so wohl möglich sei, dass sie nach der Mastkur wasserärmer seien[1]). (Demgegenüber ist nach anderen Erfahrungen das Eiweiss der Organe sehr gleichmässig bezüglich des Wassers zusammengesetzt.)

Siven[2]) hat auch die Frage diskutirt, ob Stickstoff als Nichteiweiss im Körper zurückgehalten werden könne; wäre dies der Fall, so würde nicht jedes Mehr in der Stickstoffbilanz einer Ersparniss von Eiweiss gleichbedeutend sein, wenn eben nicht schliesslich doch aus ihnen Eiweiss gebildet werden könnte. v. Noorden[3]) nimmt an, dass, solange die gespaarte Summe von Stickstoff nur klein ist, diese nicht zum Aufbau neuer Zellen verwendet werden muss oder Organeiweiss werde. Vielmehr könne dieser Stickstoff in Blut und Lymphe zirkulirendes Eiweiss sein, theils, worauf er den grösseren Werth legt, könne es als Reservematerial ähnlich dem überschüssigen Glykogen als todter Zelleinschluss aufbewahrt werden. Auch sonst ist ja die Stickstoffzurückhaltung bei gleichbleibendem Körpergewicht erwiesen; so konnte R. O. Neumann[4]) bei grösserer Steigerung der Nahrungswassermenge zurückgehaltenen Stickstoff ausspülen, bei stark verminderter Wasserzufuhr im Körper aufspeichern. Auch Rosemann[5]) hat bei einem nicht nieren- oder gichtkranken Studenten während 12 Tagen im Körpergleichgewicht 23,6 g Stickstoff (1,97 g täglich) im Harn und Koth nicht wiedergewinnen können. Ganz ähnliche Befunde habe ich an Hunden erheben können, die wochenlang Stickstoff zurückhielten, ohne sich in ihrem Körpergewicht zu ändern.

Abgesehen von dem Glykogengehalt des verfütterten Pferdefleisches bestand die Nahrung der Thiere während des Versuchs nur aus Eiweiss und Fett (also ähnlich der Ernährung eines Zuckerkranken) und zwar wurden täglich

	bei Hund I		bei Hund II		bei Hund VII	
	Roh-Calorien		Roh-Calorien		Roh-Calorien	
	absolut	in %	absolut	in %	absolut	in %
in Eiweiss	400	63	292	64	580	65
in Fett	237	37	160	36	313	35

eingeführt. Unter Zugrundelegung der eingangs aufgestellten Rechnung ergiebt sich folgendes:

---

[1]) A. a. O. S. 161.

[2]) Siven: Ueber das Stickstoffgleichgewicht beim erwachsenen Menschen. Skand. Arch. f. Physiol. Bd. 10 1900. S. 91.

[3]) v. Noorden: Lehrbuch der Pathol. d. Stoffwechsels. 1893. S. 120.

[4]) R. O. Neumann: Der Einfluss grösserer Wassermengen auf die Stickstoffausscheidung beim Menschen. Arch. f. Hyg. Bd. 36. 1899. S. 248.

[5]) Rosemann: Ueber die Retention von Harnbestandtheilen im Körper. Pflüger's Arch f. d. ges. Physiologie. Bd. 72. 1898. S. 467.

		Es stehen zur Verfügung		Vom physiologischen Wärmewerth kommen		Tägliche Zunahme	
		pro Kilo Körpergewicht	pro qm Oberfläche	pro Kilo Körpergewicht	pro qm Oberfläche	in g	in qcm
Hund I	bei Beginn des Versuchs	198 Cal.	2600 Cal.	173 Cal.	2260 Cal.		
	am Ende des 1. Theils	142 „	2070 „	124 „	1860 „	44	22
	am Ende des 2. Theils	117 „	1820 „	102 „	1570 „	34	15
	am Ende des Versuchs	101 „	1650 „	88 „	1440 „	28	11
Hund II	bei Beginn des Versuchs	205 „	2360 „	179 „	2030 „		
	am Ende des 1. Theils	129 „	1730 „	112 „	1490 „	46	25
	am Ende des 2. Theils	108 „	1530 „	92 „	1320 „	25	12
	am Ende des Versuchs	97 „	1430 „	84 „	1230 „	14	6
Hund VII	bei Beginn des Versuchs	216 „	3070 „	187 „	2630 „		
	am Ende des 1. Theils	144 „	2340 „	125 „	2000 „	73	32
	am Ende des 2. Theils	118 „	2050 „	102 „	1750 „	50	18
	am Ende des Versuchs	102 „	1860 „	89 „	1590 „	36	12

Abgesehen von Schwankungen im Verlauf des Versuchs wirthschafteten diese drei Thiere unter gleichen äusseren Bedingungen mit den ihnen zu Gebote stehenden Calorien gleich; am Ende des Versuchs standen jedem noch 97 bis 102 Roh-Calorien pro Körperkilo und Tag zur Verfügung.

Vergleichen wir kurz hiermit die von O. Heubner erhaltenen Ergebnisse an menschlichen Säuglingen. Heubner hat nach der genau gemessenen Nahrung den Caloriengehalt derselben berechnet und zwar unter Benutzung des Werths von rund 650 Calorien für Muttermilch und von 670 Calorien für Kuhmilch im Kilo.

Die Grösse der Calorienzufuhr, welche auf 1 Kilo Körpergewicht kommt, nennt Heubner „Energiequotient"[1]). Heubner fand nun, dass während des ersten Lebensvierteljahrs der Energiequotient durchweg über 100 Calorien betrug, meist sogar erheblich mehr. Bei unseren Thieren ist allerdings die Calorienzufuhr pro Kilo Körpergewicht anfangs weit höher, sie sinkt aber allmählich und erreicht Werthe von 97 bis 102 Calorien. Auch bei diesen findet noch ein erhebliches Wachsen der Thierkörper statt. Nach Rubner's und Heubner's[2]) 9tägigem Versuch kann ein dürftig an der Brust genährtes Kind mit 70 Calorien pro Kilo und Tag gerade seinen Bedarf

[1]) Die Tangente des Winkels, den die Gewichtskurve mit der Abszisse bildet, nennt Heubner die „Wachsthumsintensität".

[2]) Rubner und Heubner: Zeitschr f. Biol. Bd. 36. 1898. S. 1.

an Wärmeeinheiten decken; der Ueberschuss über diesen Minimalcalorienbedarf schliesst die Möglichkeit des Ansatzes in sich. Rubner und Heubner[1]) fanden, dass ein künstlich genährtes Kind in 7 Tagen bei einem Energiequotienten von 96 Calorien noch Körperansatz aufwies.

In Lambling's[2]) Versuch war der Energiequotient für ein Brustkind (43. bis 105. Lebenstag) bei einer Gewichtszunahme von 1175 g 91 Calorien. Für dasselbe Kind im 15. Lebensmonat (also 1 Jahr später) bei einer Ernährung mit 1200 ccm Milch, Zucker, etwas Mehl und Brot während 7 Tagen 109 Calorien (Vallée)[3]). Auf die einzelnen Nahrungsstoffe vertheilen sich die Calorien in Prozenten

	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate
bei dem Brustkind	18,7	52,9	28,4
bei dem 15 Monate alten Kind	15,8	37,9	46,4
bei Erwachsenen mit besserer Ernährung	19	30	51

Vallée spricht den Satz aus, dass, um ein befriedigendes Wachsthum zu erzielen, im ersten Lebensjahr bei Ernährung mit Muttermilch die Calorienmenge pro Kilo und Tag zum mindesten 100, bei künstlicher Ernährung wenigsten 120 Calorien betragen müsse.

Nach vorliegenden Versuchen gilt auch für den wachsenden Hund, was Rubner vom Kind sagt: Der tägliche beim normalen Wachsthum zu Stande kommende Zuwachs ist gering und beträgt nur wenige Bruchtheile eines Prozentes des jeweiligen Körpergewichts. Die Tabellen zeigen in der 3. Theilperiode in der Regel tägliche Wachsthumszunahmen gegenüber dem voraufgehenden Körpergewicht um Bruchtheile eines Prozentes.

Die untersuchten drei Hunde haben während des 88 Tage dauernden Versuchs folgendes gezeigt:

1. Hund I hat um 96, Hund II und VII je um 110% an Gewicht zugenommen;
2. in dem letzten Drittel des Versuchs ist bei sämmtlichen Thieren die Menge des ausgeschiedenen Harns merklich angestiegen (wesentlich durch Konzentrirterwerden des Körpers);
3. die im Harn und Koth nicht zur Ausscheidung gelangten Stickstoffmengen sind wesentlich grösser als sich aus der Zunahme des Körpergewichts berechnen lässt (Wasserabgabe des Körpers auf der einen Seite, Bildung von Protoplasma der Zellen verschiedener mit höherem Stickstoffgehalt als Muskelsubstanz auf der anderen Seite);
4. die 3 Thiere haben mit einer im Anfang des Versuchs pro Kilo annähernd gleichen Nahrung gleich hausgehalten.

---

[1]) Rubner und Heubner: Zeitschr. f. Biol. Bd. 38. 1899. S. 315.

[2]) Lambling: Notes sur la nutrition de l'enfant et de l'adulte. Cinquentenaire de la soc. de biol. 1899. S. 177.

[3]) Vallée: Observations sur l'alimentation d'un enfant au moment du sevrage. Compt. rend. de la soc. de biol. 53. 1901. S. 221.

Zur Frage der Erhitzung der Milch, mit besonderer Berücksichtigung der Molkereien.

Von

Regierungsrath **Dr. Tjaden,**

F. Koske, Technischer Hülfsarbeiter, und **Dr. M. Hertel,** Königl. Bayr. Oberarzt, kommandirt zum Kais. Gesundheitsamt.

(Hierzu Tafel IX—XI.)

Abschnitt I.

Die erfreulichen Fortschritte, welche das Molkereiwesen in den letzten zwanzig Jahren in Deutschland gemacht hat, haben auch die Hygieniker genöthigt, diesem Zweige der Landwirthschaft in steigendem Maasse ihre Aufmerksamkeit zu schenken. Während auf der einen Seite die genossenschaftliche Verarbeitung der Milch die Beschaffenheit der aus ihr hergestellten Produkte hob und somit die allgemeine Volksernährung im günstigen Sinne beeinflusste, hatte andererseits die leichtere und bessere Verwerthung der Erzeugnisse der Viehhaltung eine Steigerung der Einnahmen der ackerbautreibenden Bevölkerung zur Folge, die ihrerseits wieder zu einer besseren Lebenshaltung führte. Konnte somit der Volkswirth die rasche Zunahme der Molkereien nur mit Freuden begrüssen, so musste er jedoch bald erkennen, dass das Zusammenfliessen der Milch aus den verschiedenen Höfen und Gütern nach einer gemeinsamen Verarbeitungsstelle und das Zurückströmen von dieser zu einer grösseren Anzahl von Menschen und Thieren nicht unwesentliche Gefahren für die Volkswohlfahrt in sich schloss. Diesen Gefahren suchte man dadurch zu begegnen, dass die Milch während der Verarbeitung in den Molkereien der Einwirkung höherer Wärmegrade ausgesetzt wurde.

Das zuerst geübte Verfahren, die Milch innerhalb grosser Wannen zu erhitzen, genügte den Ansprüchen der Molkereien weder in qualitativer noch in quantitativer Hinsicht. In qualitativer nicht, weil man bald erkannte, wie schwer es ist, grössere Mengen Milch innerhalb solcher Wannen auf eine bestimmte Temperatur zu bringen, ohne dass einzelne Schichten überhitzt werden und andere unter der gewünschten Wärme bleiben. In quantitativer nicht, weil eine derartige Erhitzung von Tausenden von Litern Milch einen grossen Aufwand von Geld und Zeit erforderten. Beides stand aber der bei weitem grössten Mehrzahl der Molkereien nur in beschränktem Maasse

zur Verfügung. Die Betriebskosten mussten in sehr engen Grenzen gehalten werden, wenn der Betrieb rentabel bleiben sollte, und die Arbeiten mussten im Wesentlichen in den Vormittagsstunden sich erledigen lassen, da ein grosser Theil der gewonnenen Magermilch von den die Vollmilch bringenden Wagen wieder auf die Güter zurückgebracht werden musste.

Diese Missstände machten sich um so mehr fühlbar, je rascher die Zahl der Molkereien stieg und je grösser die Milchmengen wurden, welche die einzelnen Molkereien verarbeiteten. Einen wesentlichen Fortschritt schien es daher zu bedeuten, als es der Technik gelang, Apparate zu konstruiren, die es gestatteten, die Milch während des fortlaufenden Hindurchfliessens durch dieselben auf eine beliebige Temperatur zu bringen. Der nunmehr möglich gewordene sogenannte kontinuirliche Betrieb erleichterte den Molkereien die Arbeit insofern in hohem Grade, als jetzt Erhitzung und Zentrifugirung zu gleicher Zeit vor sich gehen konnten und der für erstere erforderliche Zeitaufwand abgekürzt wurde.

Die Regierung, welche alle Vorgänge auf diesem Gebiete aufmerksam verfolgte, nahm ein solches Interesse an der neuen Erhitzungsart, dass das Kaiserliche Gesundheitsamt beauftragt wurde, einen von der Firma Kleemann & Co. in den Handel gebrachten Erhitzer zu prüfen. Die Ergebnisse dieser Prüfung sind in der Arbeit von Petri und Maassen „Zur Beurtheilung der Hochdruck-Pasteurisir-Apparate“ im Bande XIV der Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamt niedergelegt. Während der erste von den beiden Herren untersuchte Apparat den seitens der Hygiene zu stellenden Anforderungen nur in geringem Grade gerecht wurde, zeigte ein zweiter von der Firma inzwischen verbesserter Erhitzer entschiedene Fortschritte. Bei diesem letzteren war zu der Erhitzung während des Hindurchfliessens noch das Prinzip der zwangsläufigen Führung hinzugekommen, d. h. die Milch wurde jetzt gezwungen, in vorgeschriebenen, enggehaltenen Wegen an den Heizflächen entlang zu strömen. Damit war der grundsätzliche Fehler in den seitherigen Apparaten, dass eine Vermischung der bereits erhitzten mit noch unerhitzter Milch nicht mit Sicherheit auszuschliessen war, vermieden.

Auf der Grundlage des kontinuirlichen Betriebes und der zwangsläufigen Führung der Milch arbeitete nun die Technik weiter an der steten Verbesserung der Erhitzer. Man suchte dieselben möglichst einfach und handlich zu konstruiren, weil damit die leichte Reinigung Hand in Hand ging. Dann suchte man aber vor allem die Ausnutzung der in dem Dampfe zugeführten Wärme durch Verwendung grosser Heizflächen zu steigern. In dem Bestreben, mit so wenig Dampf, wie irgend angängig, auszukommen und die Betriebskosten zu verringern, kam man dazu, die in der heissen Milch enthaltene Wärme zur Vorwärmung der zuströmenden kalten Milch wieder zu verwenden. Das hierin liegende Prinzip der Regenerativwirkung durch Gegenstrom ist die dritte Eigenschaft von grundsätzlicher Bedeutung, wodurch sich die neueren Erhitzer zu ihren Gunsten von den älteren Apparaten unterscheiden.

Den Antrieb zu dem steten Vorwärtsarbeiten und ihren Lohn zugleich fand die Maschinentechnik in der grossen Nachfrage nach Milcherhitzern, welche sich seit dem Beginn der neunziger Jahre in Folge der raschen Zunahme der Molkereien geltend

machte. Einen Einblick in diese Zunahme ermöglicht die Zahl der Genossenschaftsmolkereien. Während im Jahre

1891 in das Genossenschaftsregister eingetragen waren 639 Molkereien,
waren es im Jahre 1897 . . . . 1574 „
1898 . . . . 1628 „
und 1899 . . . . 1764 „ [1])

In acht Jahren hatten sich also die Genossenschaftsmolkereien um mehr als das $2\frac{1}{2}$ fache vermehrt. Dazu kommen noch die Gutsmolkereien und solche Betriebe, welche sich im Besitze von Einzelnen befinden, aber aufgekaufte Milch verarbeiten.

Zur Beurtheilung der wirthschaftlichen Bedeutung der Molkereien können noch die folgenden Zahlen dienen, welche wir einer Notiz in der Molkereizeitung vom Jahre 1899 (Nr. 52) entnehmen. Nach dieser verarbeiten von den im Jahre 1897 vorhandenen Molkereien

20 % unter . . . . $\frac{1}{2}$ Mill. Liter Milch jährlich
12 % von . $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ „ „ „ „
16 % zwischen $\frac{3}{4}$ und 1 „ „ „ „
39 % „ 1 „ 2 „ „ „ „
10 % „ 2 „ 3 „ „ „ „
2 % „ 3 „ 4 „ „ „ „
1 % „ 4 „ 5 „ „ „ „

Aber nicht allein die wirthschaftliche Bedeutung der Molkereien zeigen diese Zahlen, sie geben auch ein Bild von der Verbreitung, welche das mit Krankheitskeimen beladene Produkt einzelner Kühe und die in einzelnen Höfen nach dem Melken infizirte Milch durch die Verarbeitung in den Molkereien finden kann.

Bei der Verbreitung der Maul- und Klauenseuche spielt die Magermilch, welche aus den Genossenschaftsmolkereien an die Mitglieder zurückgegeben wird, eine solche Rolle, dass gesetzliche Bestimmungen (vergl. weiter unten) über die Behandlung der Milch zur Zeit des Herrschens der Seuche nothwendig wurden. Der deutsche Landwirthschaftsrath hielt diese Gefahren für so gross, dass er in seiner Tagung im Februar 1901 glaubte, über die bestehenden Bestimmungen, welche eine Erhitzung der Milch nur zur Zeit des Herrschens der Seuche vorschreiben, noch hinausgehen zu müssen, indem er einstimmig erklärte, dass auch zur Zeit des Nichtherrschens der Maul- und Klauenseuche aus den Sammelmolkereien Magermilch und sonstige Milchrückstände dauernd nur abgegeben werden dürften, nachdem sie zuvor einer die zuverlässige Tödtung des Infektionserregers garantirenden Temperatur ausgesetzt worden seien.

Auch die Verbreitung der Säugethiertuberkulose durch die Molkereien verlangt die ernste Beachtung der Volkswirthe. Vor allem die Schweine sind für die ihnen in der Milch und in den Molkereirückständen zugeführten Perlsuchtbazillen sehr empfänglich. Auf die letztere Thatsache hat Bollinger in seinem Vortrage auf dem Berliner Kongresse zur Bekämpfung der Tuberkulose als Volkskrankheit wieder auf-

---

[1]) Molkereizeitung, Jahrgang 1900, Seite 15 und 74.

merksam gemacht. Auch Kühnau weist auf Grund seiner am Hamburger Schlachthofe gemachten Erfahrungen auf die Gefährlichkeit der tuberkelbazillenhaltigen Molkereiprodukte für die Schweinezucht hin.

Eine weitere die Landwirthschaft schwer bedrohende Seuche kann durch die Vermittelung der Molkereien verschleppt werden; wir meinen die Schweineseuche, welche gerade in ihrer chronischen Form die Schweinezucht von Jahr zu Jahr in höherem Maasse beeinträchtigt. Dass die Krankheit durch die Fütterung übertragen werden kann, ist eine bekannte Thatsache; die Rolle, welche die Sammelmolkereien bei der Verbreitung spielen, ist aber seither nicht genügend gewürdigt worden. Uns gelang es einmal, durch den Thierversuch in der angelieferten Rohmilch ansteckungstüchtige Schweineseuchebakterien nachzuweisen.

Wenn es nach dem Vorstehenden schon vom rein volkswirthschaftlichen Standpunkte aus erforderlich ist, die in der gemeinschaftlichen Verarbeitung der Milch liegenden Schädigungen durch zweckentsprechende Massnahmen thunlichst zu mindern, so nöthigt weiter die Thatsache, dass in nicht wenigen Fällen Menschenseuchen durch die Sammelmolkereien über weitere Kreise verbreitet wurden, zu dem Bestreben, auch hier nach Möglichkeit Wandel zu schaffen. Es liegen in der Litteratur, zumal in der älteren, eine grössere Zahl von Angaben vor, dass Pocken, Scharlach, Masern, Diphtherie und Unterleibstyphus durch infizirte Milch hervorgerufen worden seien. Ueber die letztere Krankheit hat in neuester Zeit Schlegtendal eine Zusammenstellung gegeben; er findet, dass etwa in den letzten 10 Jahren 27 grössere und kleinere Typhusepidemien auf eine Molkerei als Ausgangspunkt bezw. Ausstreuungspunkt zurückgeführt werden müssen. Dabei hebt Schlegtendal ausdrücklich hervor, dass seine Zusammenstellung durchaus nicht den Anspruch erhebe, irgendwie vollständig zu sein. Ricken hat dann kurz darauf auf der Versammlung deutscher Naturforscher zu Aachen einige weitere von ihm sorgfältig beobachtete Epidemien mittheilen können, bei denen ebenfalls Sammelmolkereien die Verbreitung vermittelt hatten. Beide Autoren fordern deshalb die obligatorische Erhitzung der Milch in den Molkereien, fügen aber den dringenden Wunsch hinzu, „dass die Untersuchung der technischen Durchführbarkeit der obligatorischen Sterilisirung vom wirthschaftlichen Standpunkte baldmöglichst von der Zentralstelle in die Hand genommen und im Bejahungsfalle für das ganze Reich einheitlich entschieden werde“ (Schlegtendal).

Zu den Seuchen kommen noch solche Erkrankungen, welche zwar durch die in der Milch enthaltenen Keime bei dem einzelnen Individuum hervorgerufen werden, bei denen aber der befallene Mensch im Allgemeinen keine Ansteckungsquelle für andere Personen bedeutet. Wir denken hierbei an die infektiösen Säuglingsdarmkatarrhe, von denen ein Theil wahrscheinlich durch Bakterien, welche zur Gruppe der Colibazillen gehören, hervorgerufen werden. Dann haben die Streptokokken, die in der Milch häufig vorkommen, in neuerer Zeit die Aufmerksamkeit in höherem Grade auf sich gezogen. Beck konnte sie in 62,3 % der von ihm untersuchten Milchproben nachweisen; auch wir haben sie vielfach in der von uns zu den Versuchen benutzten Milch gesehen. Wie weit sie bei den entzündlichen Vorgängen in den hinteren Abschnitten der Mundhöhle und vielleicht auch beim Gelenkrheumatismus eine Rolle

spielen, bleibt der weiteren Forschung überlassen; jedenfalls darf man ihre Anwesenheit in der Milch nicht ausser Acht lassen.

Die Einsicht in die Bedeutung der Molkereien, vor allem der Sammelmolkereien, für die Verbreitung von Seuchen, die mit der zunehmenden Zahl und dem steigenden Umfange der Betriebe sich vergrössert, und die seit den erwähnten Petri-Maassen'schen Untersuchungen erfolgte Umwälzung in der Technik der Milcherhitzer liess es der Regierung wünschenswerth erscheinen, über die Leistungsfähigkeit der letzteren ein auf experimentellen Untersuchungen begründetes Urtheil zu bekommen Das Kaiserliche Gesundheitsamt wurde daher auf eine Anregung des Königl. Preussischen Herrn Ministers für Landwirthschaft u. s. w. beauftragt, eine erneute Prüfung und Begutachtung der neueren Apparate und Verfahrensweisen zur Pasteurisirung der Milch und zur Herstellung von Eismilch vorzunehmen.

Die Ergebnisse der im Verfolg dieses Auftrages geschehenen Arbeiten sind in den folgenden Abschnitten wiedergegeben.

Wir wählten als Testobjekt den Tuberkelbazillus, weil dieser mit Sicherheit immer wieder nachgewiesen werden kann, ferner weil wir bei diesem mit einem Material arbeiten konnten, wie es in der Praxis unter natürlichen Verhältnissen vorkommt, und weil dieses Bakterium unter den vegetativen Formen der Krankheitserreger zu den widerstandfähigsten gehört.

Unser Vorgehen gestaltete sich in der Weise, dass wir uns zunächst Klarheit verschafften, ob die zur Zeit von der Technik hergestellten Milcherhitzer im Stande sind, im Grossbetriebe den zu stellenden Anforderungen in Bezug auf Leistungsfähigkeit u. s. w. zu genügen. War dies der Fall, dann war zu ermitteln, wie lange die Milch in den einzelnen gebräuchlichen Apparaten verweilt, um auf Grund der Ergebnisse dieser Untersuchungen darauf durch Laboratoriumsversuche und im Anschlusse an diese durch Versuche im Grossbetriebe zu prüfen, wie hoch die Milch erhitzt werden muss, damit etwa in ihr enthaltene Krankheitserreger in der zur Verfügung stehenden Zeit unschädlich gemacht werden.

Im Anschlusse an die experimentellen Arbeiten war dann zu erörtern, welche wirthschaftlichen Hindernisse sich der Durchführung der Erhitzung der Milch auf hohe Temperaturgrade entgegenstellen, so wie die Frage zu prüfen, welche Vorbedingungen in Bezug auf die Stallhygiene zu erfüllen sind, um den Molkereien ein gedeihliches Arbeiten gegen die Gefahren zu erleichtern, die durch das Zusammenmischen und die gemeinschaftliche Verarbeitung der Milch vieler Kühe für weite Kreise entstehen.

Abschnitt II.

Genügen die neueren Milch-Erhitzer nach der betriebstechnischen Seite den im Grossbetriebe zu stellenden Anforderungen?

Das Bestreben, die durch die Sammelmolkereien gehende Milch so zu verarbeiten, dass eine Verbreitung von ansteckenden Krankheiten durch sie thunlichst verhindert wird, stösst anscheinend auf grosse volkswirthschaftliche und technische Schwierigkeiten. Begründet sind diese Schwierigkeiten zum Theil in der Entwickelung,

welche das Molkereiwesen durchgemacht hat. Die in manchen Molkereien vorhandenen Erhitzungseinrichtungen dienten ursprünglich mehr dem Zwecke, den gewonnenen Rahm vorübergehend auf eine mässig hohe Temperatur zu bringen, um aus ihm eine haltbarere und wohlschmeckendere Butter bereiten zu können. Die Forderung, durch höhere Erhitzung die in den Molkereiprodukten enthaltenen Krankheitserreger zu vernichten, trat erst mehr in den Vordergrund, als man auf die Rolle aufmerksam wurde, welche die Sammelmolkereien bei der Verbreitung der Maul- und Klauenseuche spielen. Die maschinellen Anlagen eines Theiles der älteren Molkereien sind daher noch vielfach derart, dass eine gleichmässige hohe Erhitzung der Milch durch sie nicht geleistet werden kann. Grössere Neuanschaffungen werden aber gescheut, weil mit der Höhe des Anlagekapitals die Rentabilität des Betriebes sinkt. Dazu kommt, dass die Technik überhaupt noch nicht lange im Stande ist, Erhitzungsapparate herzustellen, welche im kontinuirlichen Betriebe den zu stellenden Anforderungen zu genügen vermögen, ohne zu hohe Anlagen- und Betriebskosten zu erfordern.

Der in den letzten Jahren in dieser Beziehung eingetretene Umschwung liess es für das Kaiserliche Gesundheitsamt zunächst erforderlich erscheinen, durch eigene Beobachtung und Prüfung Klarheit zu gewinnen über die Leistungsfähigkeit der von den einzelnen Firmen in den Handel gebrachten neueren Erhitzungsapparate. Es wurden daher durch Kommissare eine Anzahl von Molkereibetrieben besucht und ausserdem mit den Erhitzern von vier der bekannteren Fabriken besondere Versuche angestellt.

Die an einen Erhitzungsapparat zu stellenden Anforderungen sind folgende:

1. hinreichende Leistungsfähigkeit,
2. gleichmässiges Arbeiten,
3. möglichst geringe Aenderung der chemischen und physikalischen Beschaffenheit der Milch,
4. Verbrauch von wenig Dampf,
5. leichte Reinigung,
6. nicht zu hoher Preis.

Die in den Molkereien verarbeitete Milch setzt sich zusammen aus dem Mittags- beziehungsweise Abendgemelke des vorhergehenden und dem Morgengemelke des Lieferungstages. Der Transport geschieht nachts und früh morgens, um hohe Tagestemperaturen zu vermeiden. Da ausserdem die Fuhrwerke der Lieferanten vielfach an den Molkereien warten, um entsprechend der Menge der zugeführten Vollmilch Magermilch nach den Gütern wieder mit zurückzunehmen, so bringt es der Molkereibetrieb mit sich, dass die Arbeit sich auf die Morgenstunden zusammendrängt. Während dieser knapp bemessenen Zeit müssen grosse Mengen Milch erhitzt und theilweise weiter verarbeitet werden. Dies kann nur geschehen, wenn der Erhitzer im sogenannten kontinuirlichen Betriebe arbeitet, d. h., wenn die Milch in steter Bewegung den Apparat durchströmt und während des Hindurchfliessens auf die gewünschte Temperatur gebracht wird.

Neben dem kontinuirlichen Betriebe ist zu fordern, dass der Apparat gleichmässig arbeitet, dass also Schwankungen in der Milchtemperatur sich höchstens in

ganz engen Grenzen bewegen, und dass sämmtliche Milchtheilchen gleich hoch erhitzt werden. Das erstere lässt sich erreichen durch eine gute Regulirungsmöglichkeit der Dampfzufuhr, durch sorgfältige Verhinderung von Wärmeabgabe nach aussen und durch die Vermeidung der Bildung von Luftkissen im Innern des Apparates; das letzte wird dadurch erzielt, dass die Milch in dünner Schicht an den Heizflächen vorbeigeführt und ihr die Bewegung in verhältnissmässig eng gehaltenen Wegen vorgeschrieben wird. Dies Prinzip der sogenannten zwangsläufigen Führung bedeutete einen wesentlichen Fortschritt in der Technik der Milcherhitzungsapparate.

Die dritte an den Apparat zu stellende Forderung ist die, dass die physikalischen und chemischen Eigenschaften der erhitzten Milch möglichst wenig von denen der Rohmilch abweichen. Die Milch darf vor Allem nicht anbrennen, einmal weil die angebrannten Mengen für die weitere Verarbeitung unbrauchbar sind, dann weil beim Anbrennen auf den Heizflächen sich Eiweissmengen ansetzen, welche als schlechte Wärmeleiter die Erhitzung der später vorbeifliessenden Milch erschweren. Zur Verhütung des Anbrennens ist einmal eine ständige und rasche Bewegung der Milch durch besondere Rührwerke erforderlich; dann ist zu vermeiden, dass die Temperatur der Milch sich von derjenigen der Heizfläche, an welcher sie vorbeiströmt, zu sehr unterscheidet, und dass die Erhitzung ungleichmässig und sprungweise geschieht.

Die beim Erhitzen auftretende Aenderung des Geschmackes, sowie die Umsetzungen der in der Milch enthaltenen Eiweissstoffe sollen später erörtert werden, weil sie durch Umstände mit bedingt werden, welche nicht von den Apparaten als solchen abhängig sind.

Um in den Betrieben möglichst sparsam zu arbeiten, ist zu fordern, dass die beim Erhitzen von der Milch aufgenommenen Wärmemengen nicht verloren gehen, sondern zur Anwärmung der zuströmenden kalten Milch wieder ausgenutzt werden. Dies lässt sich erreichen durch das Gegenstromsystem, welches darin besteht, dass die Milch, die ihre Höchsttemperatur erreicht hat, vor dem Verlassen der Erhitzer in entgegengesetzter Richtung auf getrennten, aber aneinander liegenden Wegen an der zuströmenden Milch vorbeigeführt wird und dabei einen Theil der aufgenommenen Wärme wieder abgiebt. Die so erreichte Vorwärmung der kalten Milch dient gleichzeitig dazu, die oben erwähnten Temperaturunterschiede zwischen Heizflächen und Milch theilweise auszugleichen. Ausserdem hat das Gegenstromsystem den Vortheil, dass die ausströmende Milch weniger heiss auf dem Kühler ankommt, dass also auch an Kühlwasser gespart werden kann.

Den kontinuirlichen Betrieb, die rasche Bewegung der Milch durch besondere Rührwerke, die zwangsläufige Führung und den Gegenstrom in einem Apparate zu vereinigen mit der leichten Zugängigkeit der einzelnen Milchwege zum Zwecke der Reinigung, das war die schwierige Aufgabe, welche die Technik zu lösen hatte. Die Forderung, dass sämmtliche Theile der Apparate und überhaupt alles, was in einer Molkerei mit der Milch in Berührung kommt, täglich und gründlich gereinigt wird, ist eigentlich so selbstverständlich, dass es sich erübrigen sollte, sie zu stellen. Sie ist aber von so grundlegender Bedeutung, dass sie nicht häufig genug wiederholt werden kann. Der

beste Erhitzungsapparat ist für die praktische Verwendung unbrauchbar, sobald er nicht leicht und bequem auseinandergenommen und gereinigt werden kann. Die Erfahrung zeigt leider täglich, dass eine Reinigung, welche mit Schwierigkeiten verknüpft ist, häufig ganz unterlassen, oder wenn sie geschieht, mangelhaft durchgeführt wird. Wie man den Betriebsleiter einer Molkerei in erster Linie danach beurtheilen wird, ob in seiner Molkerei in allen Ecken und Kanten die peinlichste Sauberkeit herrscht, so wird man bei der Abschätzung des Werthes der einzelnen an sich brauchbaren Apparate unter einander die Möglichkeit der leichten Reinigung entscheidend in die Wagschale fallen lassen.

Mit Rücksicht auf die Rentabilität des Molkereibetriebes müssen die Anlagekosten möglichst niedrig gehalten werden, die Erhitzungsapparate dürfen daher nicht zu viel Platz beanspruchen und dürfen nicht zu theuer sein.

Unter den besichtigten Molkereien soll im Folgenden auf vier näher eingegangen werden; sie seien als A, B, C und D bezeichnet.

In A kommt der Bergedorfer Hochdruck-Erhitzer zur Verwendung,
„ B der Ahlborn'sche Regenerativ-Erhitzer,
„ C „ Lefeldt und Lentsch'sche „Mors"
und „ D „ Kleemann'sche Hochdruckregenerativ-Erhitzer.

Bevor wir auf unsere Beobachtungen und Versuche näher eingehen, sei vorweg bemerkt, dass wir uns für verpflichtet hielten, die angestellten Versuche in allen Einzelheiten zu beschreiben, weil eine Nachprüfung derselben von verschiedenen Seiten uns bei der grossen Bedeutung des behandelten Gegenstandes wünschenswerth erscheint und weil bei den Erhitzungsversuchen die Versuchsanordnung einen ausschlaggebenden Einfluss auf das Ergebniss besitzt.

Soweit es sich um den Nachweis von Tuberkelbazillen handelt, so ist derselbe immer für jede Versuchsreihe durch Weiterimpfungen besonders sichergestellt.

Molkereibetrieb zu A.

In dem Molkereibetriebe zu A. wird der Bergedorfer Erhitzer Nr. 3 (D.-R.-G. M. Nr. 110437) verwendet; nach Angabe der Firma beträgt seine stündliche Leistung als Erhitzer von 30° auf 85° 3200, von 85° auf 102° 3000 und von 30° auf 102° 1150 Liter, zu fassen vermag er 320 Liter.

Wie aus der nachstehenden Zeichnung ersichtlich, besitzt der Apparat aussen einen doppelwandigen Behälter A, welcher zur Aufnahme des Dampfes dient. An den luftdicht schliessenden Deckel I ist ein Cylindermantel C befestigt, der fast bis auf den Boden reicht. Zwischen dem inneren Cylindermantel und dem doppelwandigen äusseren Behälter ist ein mit der Achse des Apparates sich drehender, unten geschlossener Cylinder B angeordnet. Der Mantel dieses Cylinders B trägt Rührflügel F (in Fig. 1 nicht gezeichnet).

Schematisch gedacht, besteht also der Apparat aus drei ineinander geschobenen cylinderförmigen Gefässen ohne Deckel, von denen zwei ihren Boden unten haben, während der Boden des dritten zugleich den Deckel des ganzen Apparates bildet

(vergl. Fig. 1 bis 3). Das äussere und innere Gefäss steht still, das mittlere bewegt sich um seine Längsachse.

Die zu erhitzende Milch tritt durch ein Rohr G in der Mitte des Bodens ein und ist gezwungen, zwischen der Aussenfläche des sich drehenden Cylinders B und

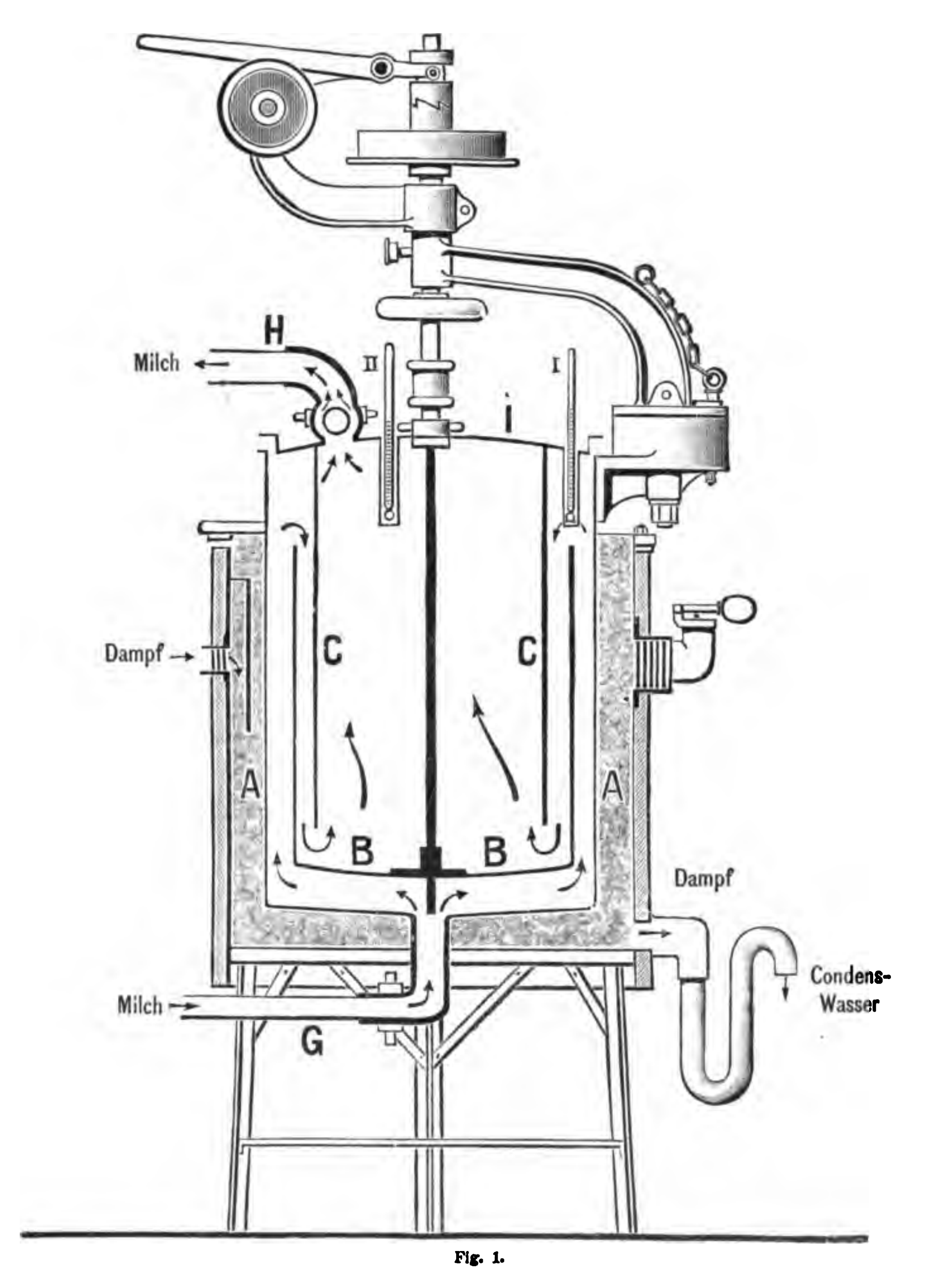


Fig. 1.

der Innenwand des feststehenden Dampfbehälters A in die Höhe zu steigen; auf diesem Wege wird sie, um das Anbrennen zu verhüten, durch die Rührflügel in rascher, kreisender Bewegung erhalten. Oben angelangt fällt die Milch über die Ränder des Cylinders B und bewegt sich nun zwischen der Innenwand dieses Cy-

linders und der Aussenwand des Einhängecylinders C bis auf den Boden, um von hier aus innerhalb C in die Höhe zu steigen und durch das Rohr H abzufliessen.

Die Dampfzufuhr ist oben seitlich angeordnet, die Abflussleitung für das Kondenswasser liegt unten seitlich.

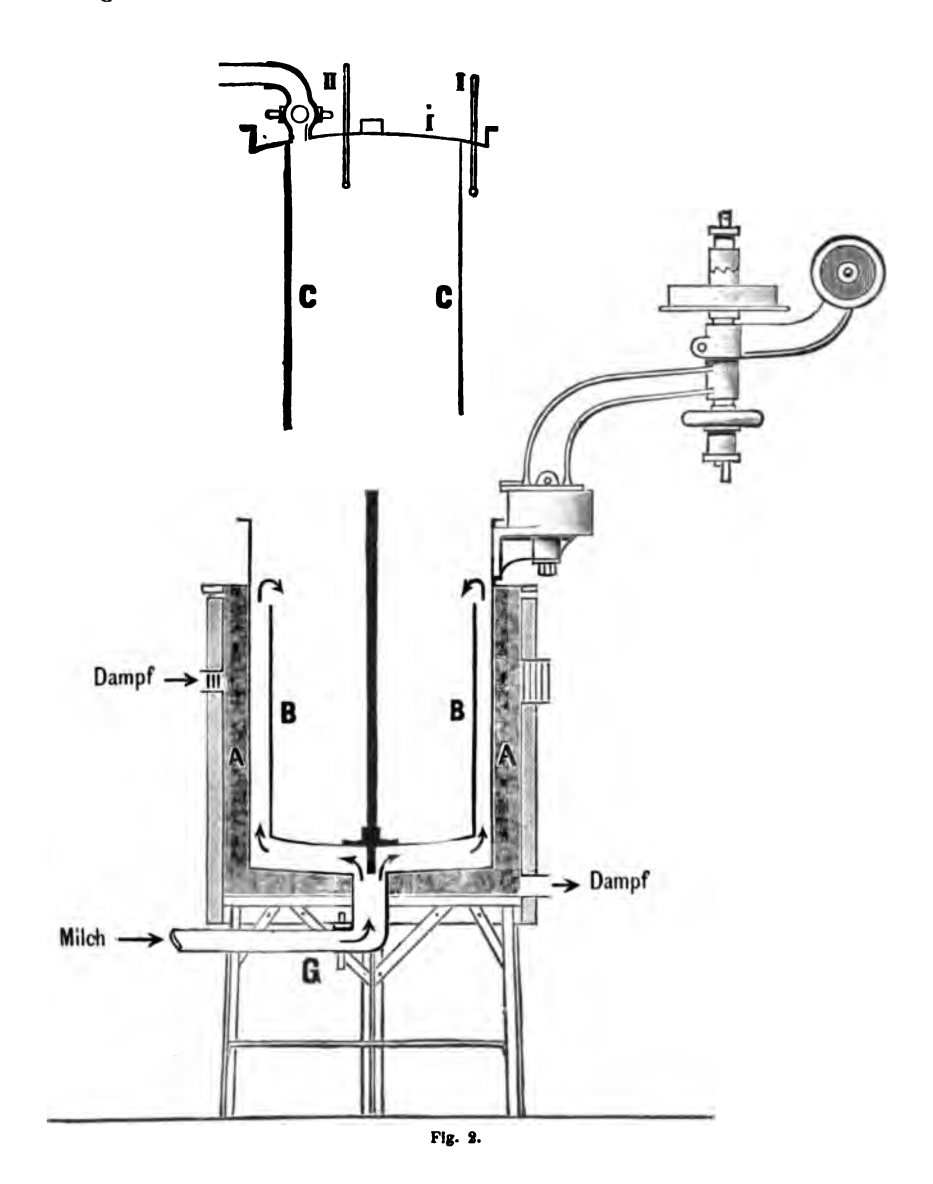
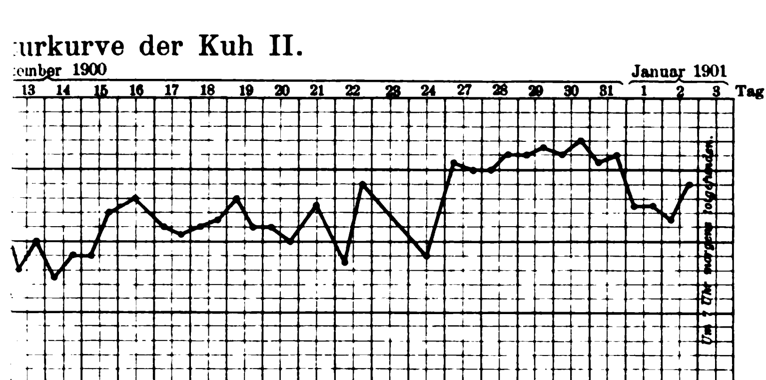


Fig. 2.

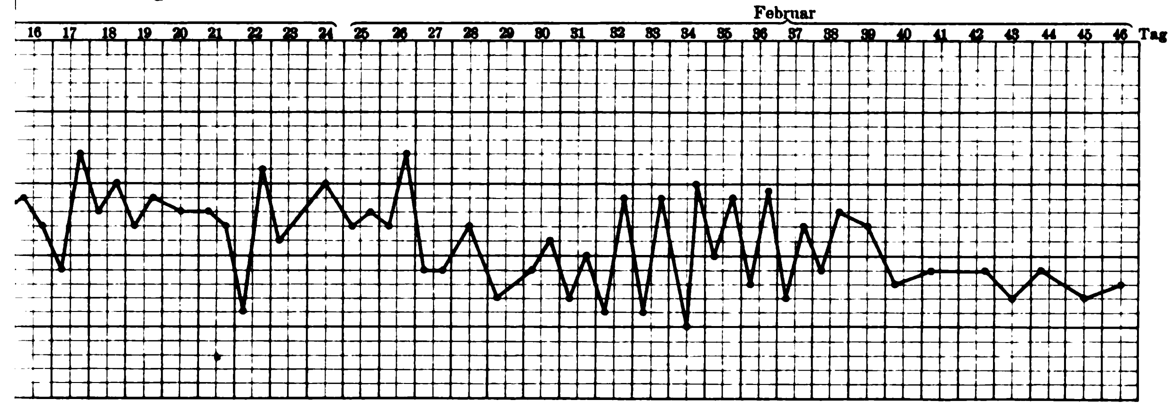
Zur Feststellung der Wärme der Milch sind zwei Thermometer angebracht, das erste dort, wo die Milch die durch den Dampf erhitzten Flächen verlässt und über die Ränder der Trommel B nach unten fällt, also an dem Punkte, wo die höchste Temperatur erreicht wird (I der Zeichnungen), das zweite in der Nähe des Anfangs des Abflussrohres H (II der Zeichnungen). Bis zum Punkte I nimmt die Milch Wärme auf, dort beginnen die Rückflusswege, auf welchen ein Theil der aufgenommenen Wärme an die zufliessende Milch wieder abgegeben wird. Aus dem

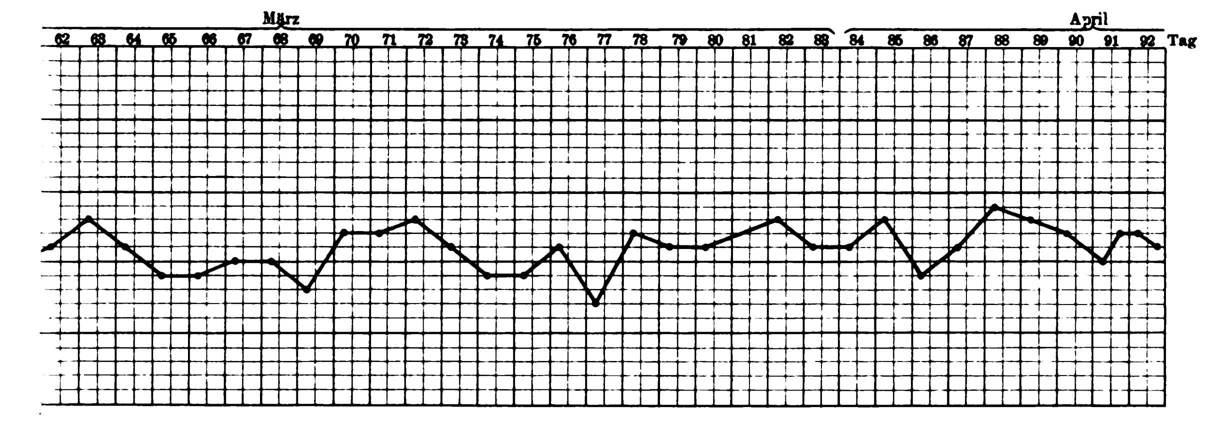
:urkurve der Kuh II.

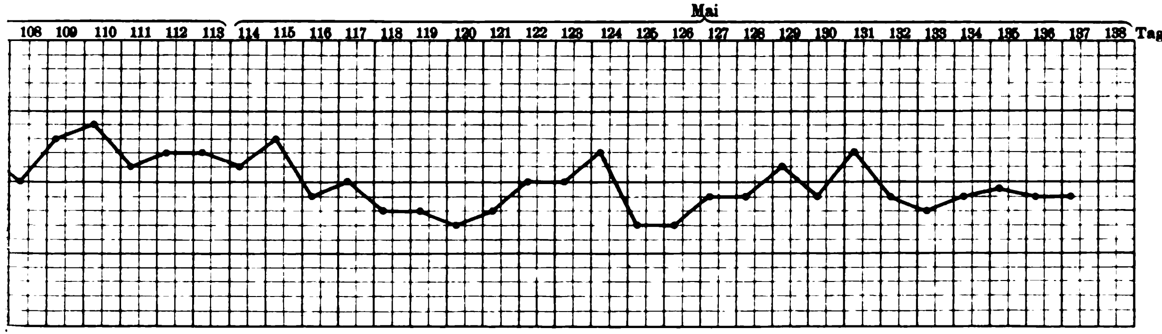
Tafel IX.



Temperaturkurve der Kuh IV.







Techn.-art. Anst. von Alfred Müller in Leipzig.

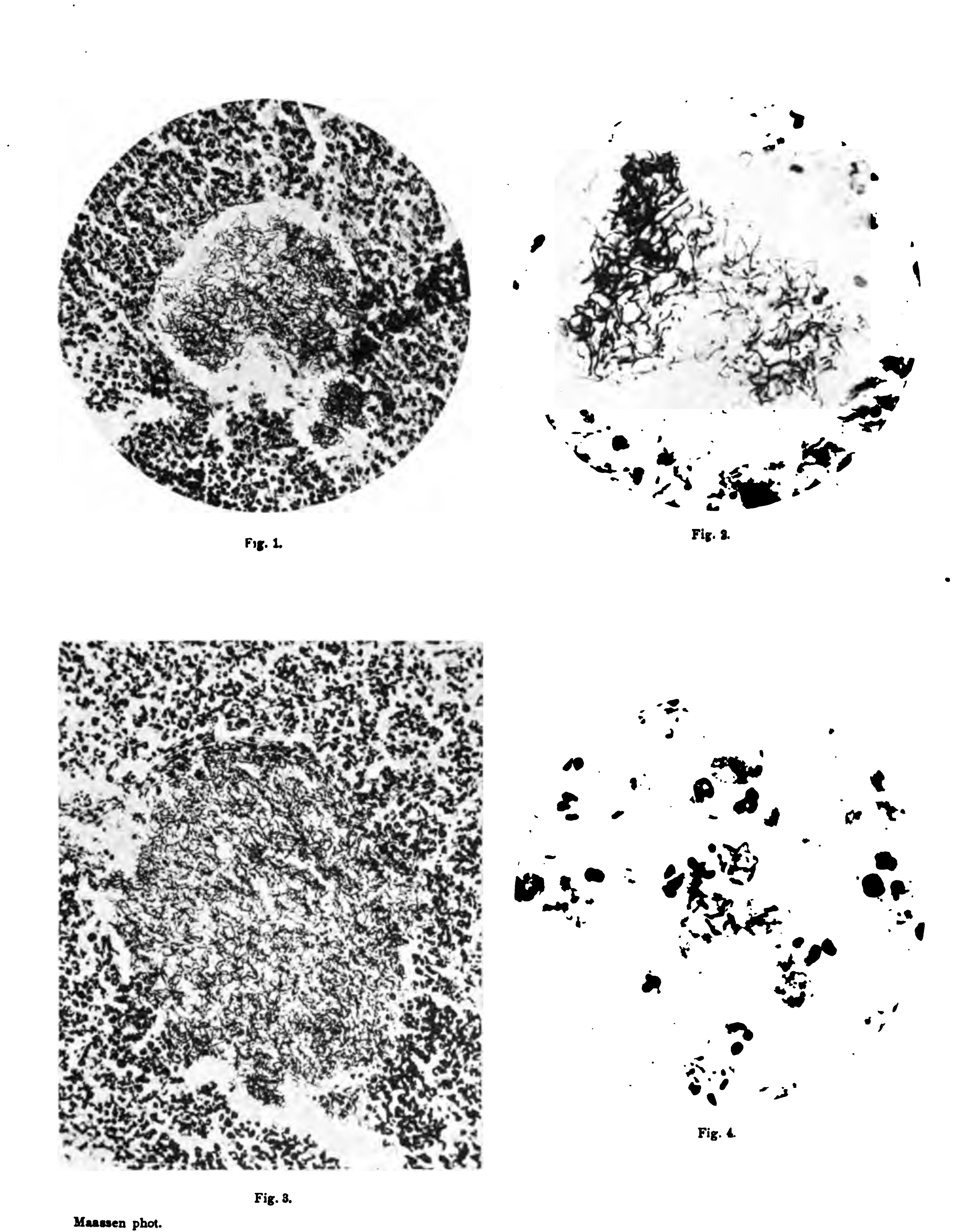


Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

Maassen phot.

Verlag von Julius Springer in Berlin N.

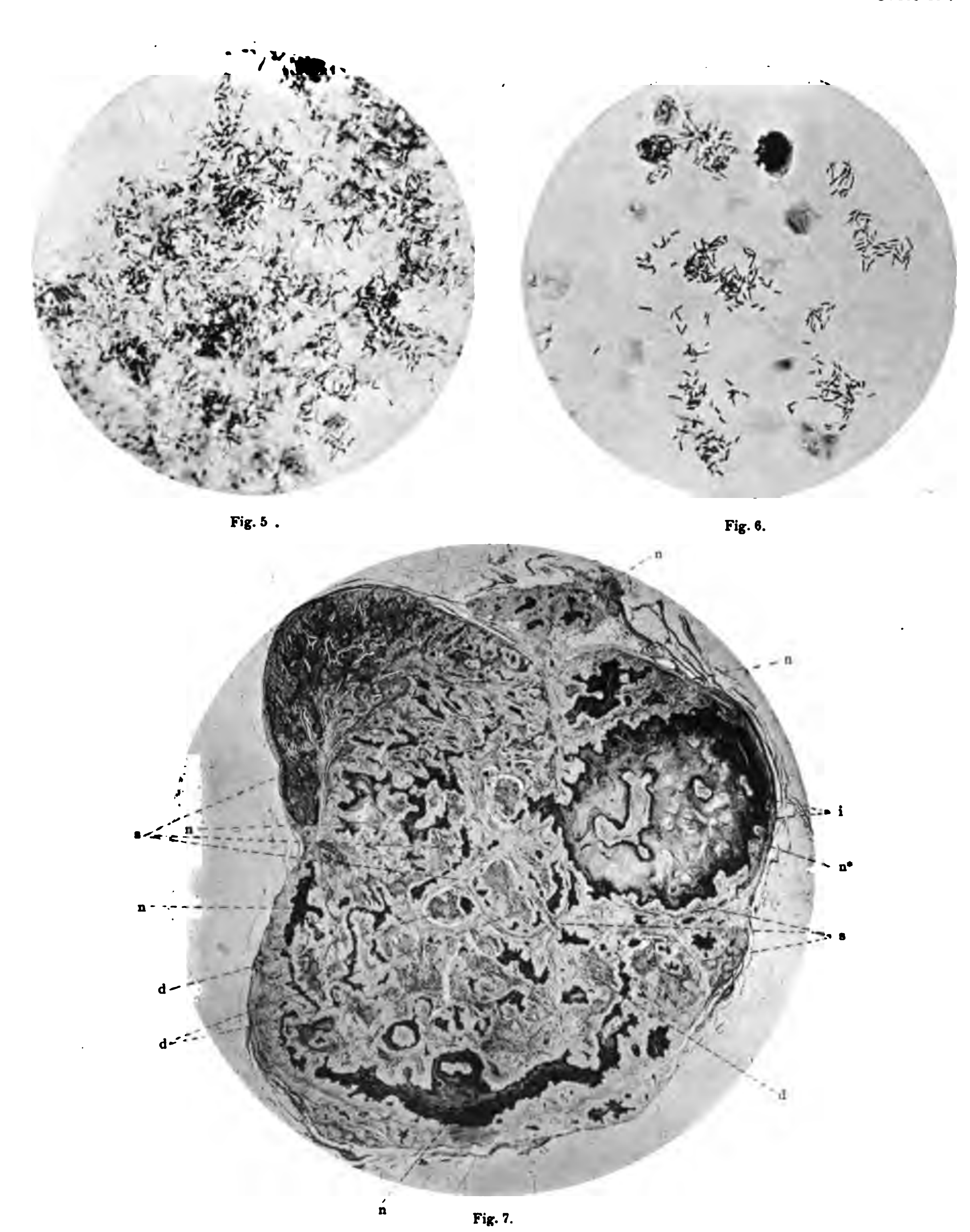


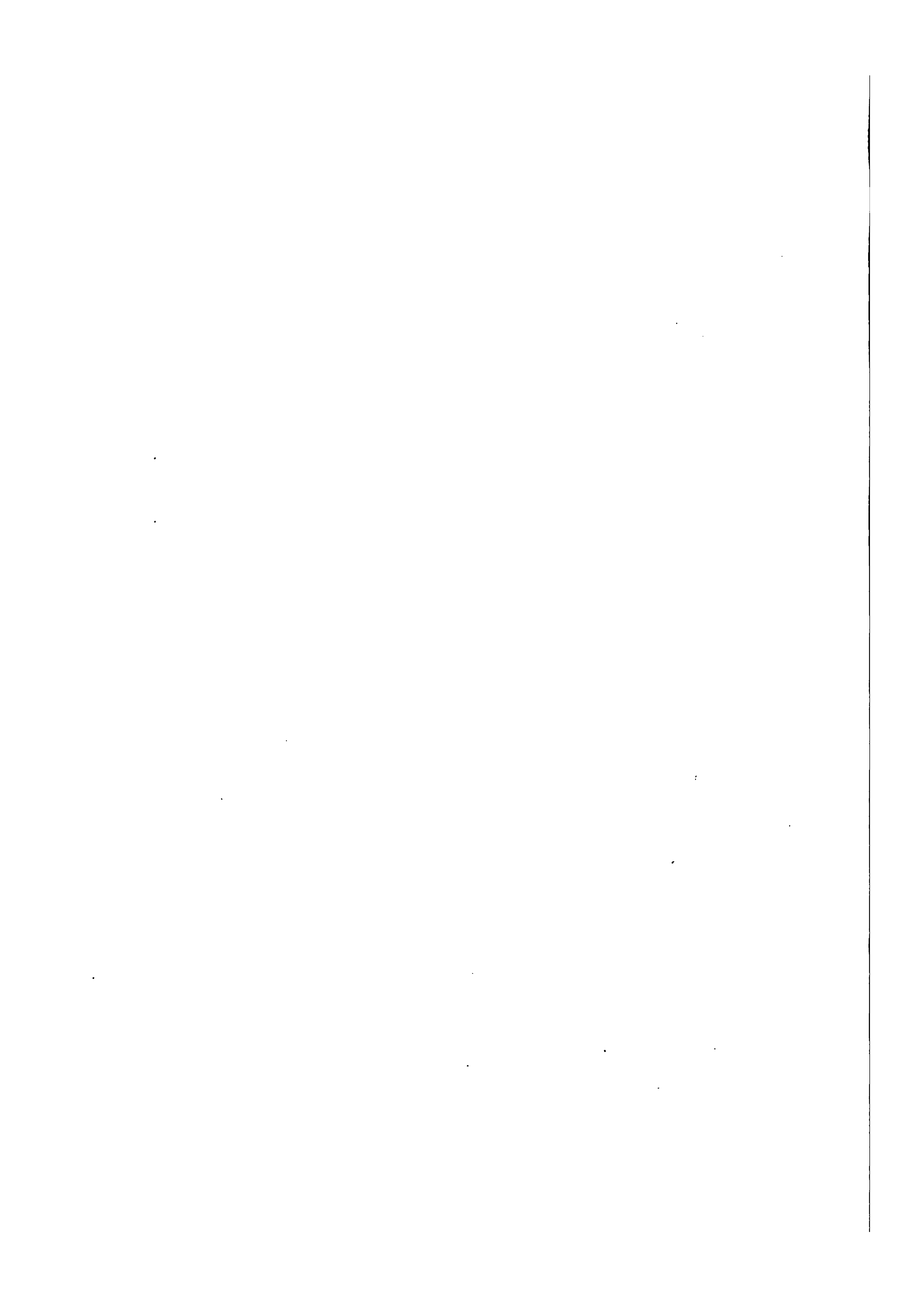
Fig. 5. Fig. 6.

Fig. 7.

Schnitt durch die linke Kehlgangsdrüse eines an Fütterungstuberkulose erkrankten Ferkels.
(Paraffinschnitt 4 $\mu = \frac{4}{1000}$ mm; Doppelfärbung mit Haematoxylin-Eosin)
Aufnahme mit Zeiss Planar 100 mm. Vergrösserung $3^1/_2$ fach.

Erklärung der Zeichen: n = diffuse, käsig-nekrotische Herde
n* = grosser verkäster und theilweise eingeschmolzener Herd
i = inselförmige Reste derbfaserigen Gewebes in demselben
s = hochgradig verdicktes Stützgewebe der Drüse
d = Reste noch ziemlich gut erhaltenen Drüsengewebes.

Maassen phot.



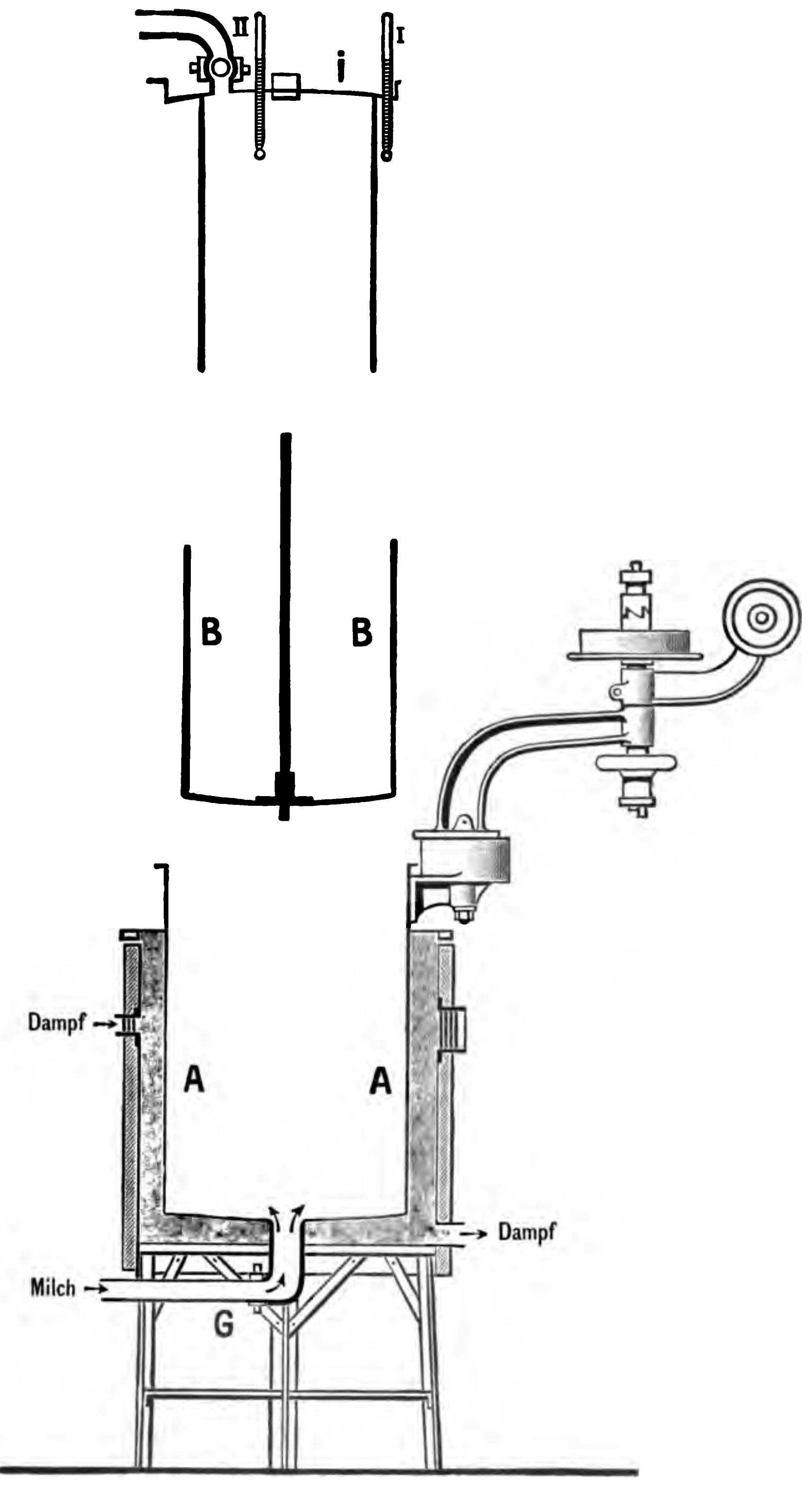


Fig. 3.

Unterschiede der von beiden Thermometern angezeigten Milchtemperatur lässt sich die Menge der wiederausgenutzten Wärme berechnen.

Um den Abfluss der letzten Füllung des Apparates zu ermöglichen, ist am Boden ein besonderes Ventil angebracht, das von aussen geöffnet werden kann (nicht gezeichnet).

Zum Zwecke der Reinigung werden die einzelnen Trommeln auseinandergehoben; sie sind der mechanischen Säuberung überall und leicht zugängig.

Bei dem Aufbau des Apparates hat dem Erfinder augenscheinlich der Gedanke vorgeschwebt, die Vortheile des kontinuirlichen Betriebes mit der Dauererhitzung zu vereinigen. Er führte deshalb zunächst die Milch in zwangsläufiger Führung an den Heizflächen vorbei und glaubte durch die starke Erweiterung des Querschnittes der Milchwege, wie sie der Sammelraum innerhalb des Cylinders C darstellt, eine solche Stromverlangsamung zu erzielen, dass die Milch mindestens mehrere Minuten innerhalb des Sammelraumes zu verweilen gezwungen sei. Wie weit diese Annahme zutrifft, wird später bei den Untersuchungen zur Messung der Durchflussgeschwindigkeit erörtert werden.

Der Unterschied zwischen der Temperatur der Heizfläche und derjenigen der Milch ist im Anfang der Erhitzungswege ein verhältnissmässig grosser, wodurch trotz des Rührwerkes die Gefahr des Anbrennens nahe gerückt wird. Um dieser Gefahr zu begegnen, pflegt man in den Fällen, in welchen die Milch hoch erhitzt werden soll, dieselbe erst durch einen Vorwärmer zu schicken, der sich von dem eigentlichen Erhitzer nur dadurch unterscheidet, dass die mittlere Trommel keine Rührflügel trägt. Es handelt sich hierbei um das Prinzip der Verlängerung der Milchwege durch Aneinanderschaltung von Apparaten, wie es in den weiter unten zu erörternden Kleemann'schen Batteriesystemen noch ausgesprochener zur Geltung kommt.

Zur Abgabe der aufgenommenen Wärme bietet sich in dem Apparate der heissen Milch nur dort Gelegenheit, wo sie am Anfang der Zuflusswege entlang strömt, also am Boden und in den untersten Theilen des Apparates. Da die zuströmende Milch nur in dünner Schicht fliesst und auf der andern Seite von der Dampfheizfläche begrenzt wird, so können die Wärmemengen, welche sie auf der kurzen Wegstrecke von der zurückfliessenden Milch aufzunehmen im Stande ist, nur unbeträchtliche sein; die letztere wird daher mit noch hoher Temperatur im Sammelraume C ankommen. Hier ist die weitere Wärmeabgabe nur gering, denn die Seitenwände des Sammelraumes sind überall von Milchschichten umgeben, deren Temperatur zum Mindesten der im Innern des Cylinders C herrschenden gleich ist. Die Regenerativwirkung kann somit nur eine mässige sein.

Den Vortheilen des Bergedorfer Erhitzers, dass er handlich und leicht zu reinigen ist, steht der Nachtheil gegenüber, dass man bei der Erhitzung auf hohe Wärmegrade zwei Apparate gebraucht, und dass die in der heissen Milch aufgespeicherte Wärme nur in geringem Grade wieder ausgenutzt wird. Der letzte Nachtheil liesse sich beseitigen, wenn in dem Vorwärmer statt Dampf die aus dem Erhitzer ausströmende heisse Milch zur Anwärmung der kalten benutzt würde.

Der Molkereibetrieb in A zerfällt in zwei Theile: Ein Theil der Milch, der kleinere, wird im Vorwärmer auf 50—55° erwärmt und dann zentrifugirt. Der Rahm läuft über einen Kühler in einen doppelwandigen Behälter, in welchem er auf 18° gebracht und der natürlichen Säuerung überlassen wird. Die Magermilch wird auf 13° abgekühlt und von den Mitgliedern der Genossenschaft wieder zurückgenommen.

Der grössere Theil der angelieferten Milch wird aus dem Vorwärmer nicht in die Separatoren, sondern in einen kleinen, zwischen den beiden Apparaten eingeschalteten Metallbottich (siehe Fig. 4) geleitet, aus welchem die Milch durch eine Würgelpumpe in den Erhitzer und aus diesem unzerlegt auf den Kühler gedrückt wird.

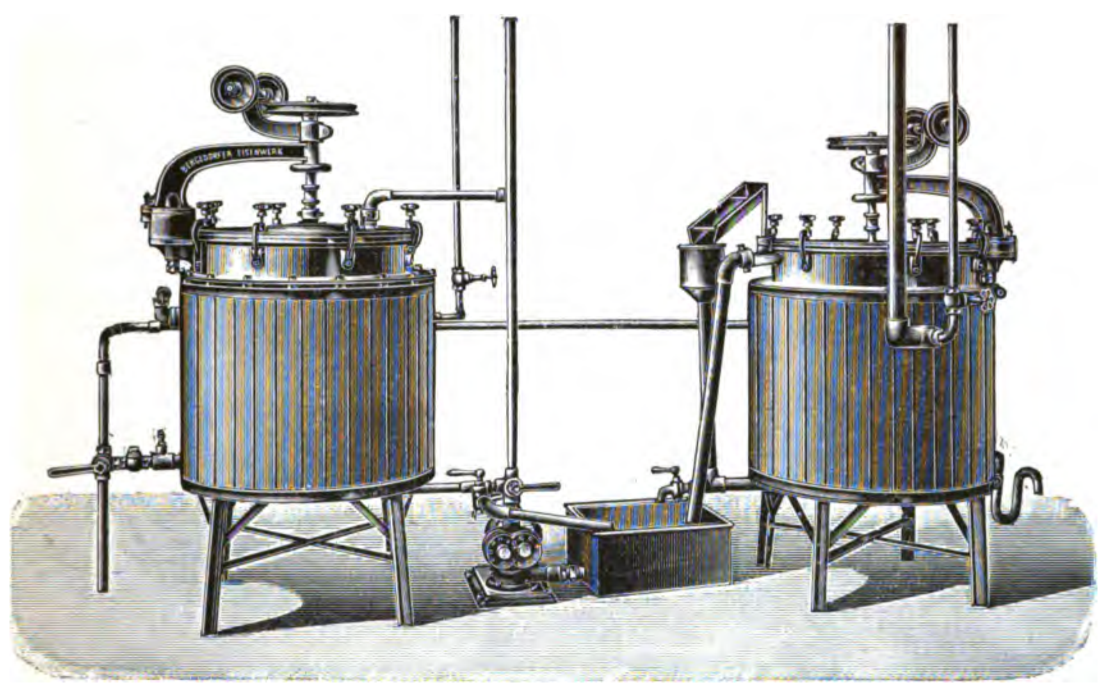


Fig. 4.

Der Kühler ist im Innern durch eine wagerechte Scheidewand getheilt; im oberen, grösseren Theile fliesst als Kühlsubstanz Brunnenwasser, im unteren eine 18—20 prozentige Soole von gereinigtem Stassfurter Salz, die vorher auf minus 8° gekühlt wurde. Zur Zeit, wo die Magermilch über den Kühler läuft, ist nur der obere Raum desselben gefüllt, während bei der Vollmilch auch der untere benutzt wird. Mittelst der Soole wird die Vollmilch bis zur eben beginnenden Eisbildung abgekühlt; sie läuft dann in ein grösseres Metallbecken, aus welchem sie in 50 kg haltende, viereckige Kannen abgefüllt wird. Die Kannen werden bis zum Versand, der am Abend stattfindet, im Kühlraum aufbewahrt. Es ist die viereckige Form für die Kannen gewählt, um dieselben dicht aneinanderstellen zu können und damit eine Kälteabgabe möglichst zu vermeiden. Im Sommer wird jeder Kanne Milch eine ganze Tafel Eismilch (8 kg), im Frühjahr und Herbst je nach der Witterung eine halbe zugesetzt.

Die Abkühlung der Soole und das vollständige Gefrierenlassen eines Theiles der erhitzten Milch zu Tafeln geschieht nachmittags; die Kälte, welche am nächsten Vormittage benutzt werden soll, wird also am Tage vorher vorräthig hergestellt und zwar mittelst derselben Maschine, welche vormittags beim eigentlichen Molkereibetriebe Dampf und Kraft liefert. Diese Arbeitstheilung machte es möglich, dass die Kessel in kleinen Dimensionen gehalten werden konnten, und dass dadurch die Anlagekosten auch für den kleineren Betrieb nicht zu hoch wurden.

Auf die Beschaffenheit der angelieferten Milch wird in A. so grosser Werth gelegt, dass jede Kanne vor der Annahme der Alkoholprobe unterworfen wird.

Die Anlieferungsgefässe werden sofort nach der Entlerung zuerst durch Wasser, welches unter Druck steht, dann durch Dampf gereinigt. Die Reinigung geschieht in der Molkerei, wird aber von den Leuten, welche die Milch bringen, selbst besorgt.

Am Besichtigungstage ging die Erhitzung in nachstehender Weise vor sich: Zunächst Zentrifugenbetrieb; die Milch ging nur durch den Vorwärmer, in welchem sie auf 55° gebracht wurde. Verarbeitet wurden so von 8^{35}—9^{20} 900 Liter Milch.

Von 9^{22} an ging die Milch aus dem Vorwärmer nicht mehr zur Zentrifuge, sondern floss in den Zwischenbottich (siehe oben) und von diesem zum Erhitzer. Die Höhe der jeweiligen Erhitzung ist aus Tabelle 1 zu ersehen.

Tabelle 1.

Zeit	Temperatur der Milch			Bemerkungen
	im Vorwärmer	im Erhitzer Thermometer I	im Erhitzer Thermometer II	
9^{22}				Beginn der Füllung. Abflusshahn des Erhitzers ist geschlossen. Aussenzone ist gefüllt. Dampfzulass.
9^{25}				
9^{28}	47°	80°		
9^{29}		83,5°	47°	
9^{30}	47°	82°		Dampf war irrthümlich abgestellt.
9^{31}			58°	
9^{32}		86°	71°	
9^{33}			74°	
9^{35}		87°	78,5°	Der Abflusshahn des Erhitzers wird geöffnet, der kontinuirliche Betrieb beginnt.
9^{36}	56°	90°	80°	
9^{37}		89°	82°	
9^{40}		87°	83°	
9^{44}		87°	84°	
10^{10}		84°	82°	
10^{25}		84°	82°	

Um 10^{30} war der Vorwärmer leer gelaufen. Da dem Erhitzer keine Milch mehr zufloss, wurde der Abflusshahn desselben geschlossen und die letzte Füllung des Apparates durch die am Boden befindliche Oeffnung entleert. Die Milch floss von

hier wieder in den zwischen Vorwärmer und Erhitzer eingeschalteten Metallbottich, aus welchem sie durch dieselbe Würgelpumpe, die sonst die Füllung des Erhitzers besorgt, an diesem vorbei auf den Kühler gehoben wurde. Um 10^{51} war auch der Erhitzer leer gelaufen. Der Apparat wurde darauf auseinander genommen; nirgends zeigte sich eine Spur von Eiweissniederschlägen. Verarbeitet wurden im kontinuirlichen Betriebe 1500 Liter. Während des Betriebes stand der anwesende Monteur des Bergedorfer Eisenwerkes fast ständig am Dampfzulasshahn und regulirte die Dampfzuführung.

Entnommen wurde zur Untersuchung:

1. Aus dem Innern einer am Tage vor der Besichtigung bereiteten Eismilchtafel mittelst sterilen Spatels etwa 6 ccm gefrorener Milch,

2. Rohmilch, zu drei verschiedenen Zeitpunkten aus dem Mischbottich, aus welchem die Milch in den Vorwärmer floss,

3. Erhitzte Milch, am Ausflussrohr des Erhitzers um 9^{43}. Erhitzungs-Temp. 87°.

4. „ „ „ „ „ „ „ 10^{10}. „ 84°.

5. „ „ „ Abfluss des Kühlers . . „ 9^{35}. „ 87°.

Die entnommenen Proben wurden sofort in Eis verpackt und zunächst in den Kühlraum der Molkerei gestellt; am Nachmittage wurden sie in vierstündiger Eisenbahnfahrt nach Berlin gebracht und dort bis zum nächsten Morgen im Eisschrank aufbewahrt. Bei der Oeffnung des Transportgefässes lag zwischen den einzelnen Gläsern noch ungeschmolzenes Eis.

Die entnommenen Proben wurden in nachstehender Weise auf Meerschweinchen verimpft:

Tabelle 2.

Lfde. Nr.	Gewicht g	Infizirt am	Art der Infektion	getödtet am	eingegangen am	Gewicht beim Tode g	Ergebniss der Impfung	Bemerkungen	Weitere Kontrollimpfungen	Ergebniss derselben
				I. Eismilch vom Tage vor der Besichtigung.						
1	210	29.IX.00	je 1 ccm unter die Haut	31.XII.00	—	489	keine Tuberkulose	—	—	—
2	210	„		„	—	472	„	—	Ein Stückchen Milz wird auf Nr. 60 u. 61 subkutan verimpft.	keine Tuberkulose
3	235	„		27.XI.00	—	357	„	—	—	—
4	265	29.IX.00	je 1 ccm intraperitoneal	9.XI.00	—	354	Tuberkulose*)	—	Ein Stückchen Milz wird auf Nr. 55 subkutan verimpft.	Tuberkulose
5	245	„		31.XII.00	—	539	keine Tuberkulose	—	—	—
6	225	„		„	—	508	„	—	—	—

*) Sektionsbefund von Nr. 4: Gutgenährtes Thier. Impfstelle aussen glatt verheilt, in der Bauchwand — bis ans Peritoneum reichend — ein kirschkerngrosser, verkäster und grösstentheils erweichter Knoten. Rechte Leistendrüse von der Grösse einer kleinen Erbse, verkäst und central erweicht. Netz von miliaren Knötchen besetzt. Milz mässig vergrössert, brüchig, überall von hirse- bis hanfkorngrossen Knötchen durchsetzt. Leber und Lungen anscheinend frei. Periportal- und Bronchialdrüsen halbkirschkerngross, verkäst, grösstentheils erweicht. Im Ausstrich aus der Leistendrüse einzelne Tuberkelbazillen.

II. Rohmilch:

Sämmtliche Proben werden gemischt, in Röhrchen von 30 ccm Fassungsvermögen abgefüllt und 45 Minuten lang bei einer Tourenzahl von 4000 zentrifugirt. Die Oberschicht und der Bodensatz aus zwei Röhrchen werden mit je 7 ccm 0,9% Kochsalzlösung verrührt und verimpft.

a) Rohmilch oben:

Lfde. Nr.	Gewicht g	Infizirt am	Art der Infektion	getödtet am	eingegangen am	Gewicht beim Tode g	Ergebniss der Impfung	Bemerkungen	Weitere Kontrollimpfungen	Ergebniss derselben
7	225	29.IX.00	je 1 ccm der Aufschwemmung der Oberschicht subkutan	31.XII.00	—	612	keine Tuberkulose	—	—	—
8	205	„		„	—	500	„	—	—	—
9	190	„		„	—	422	„	—	—	—
10	180	29.IX.00	je 1 ccm der Aufschwemmung der Oberschicht intraperitoneal	—	20.XI.00	181	Tuberkulose	—	Ein Stückchen Milz wird auf Nr. 56 subkutan verimpft.	Tuberkulose
11	220	„		2. I. 01	—	414	Tuberkulose*)	—	Ein Stückchen Milz wird auf Nr. 62 u. 63 subkutan verimpft.	Tuberkulose
12	185	„		—	2. X. 00	—	—	Todesursache: Streptococcenperitonitis.	—	—

*) Sektionsbefund von Nr. 11: Ziemlich gut genährtes Thier. Peritoneum glatt, Netz aufgerollt, in demselben mehrfache, haselnusskerngrosse, verkäste und erweichte Knoten. Milz vergrössert, in der Pulpa zahlreiche erbsengrosse, gelbgraue Knoten. Milzoberfläche mit dem parietalen Peritoneum fest verwachsen. In der Leber zahlreiche fleckige gelbgraue Herde. In den Lungen sehr zahlreiche durchscheinende, grauweisse Knötchen. Bronchial- und Periportaldrüsen vergrössert, verkäst, central erweicht. Im Ausstrich eines verkästen Netzknotens mehrfache roth gefärbte Stäbchen (T. B.). Ueberimpfung von Milzstückchen auf Meerschweinchen und Ausstrich von verkästem Drüsengewebe auf Agar. (Der Agar bleibt steril.)

b) Rohmilch unten:

Lfde. Nr.	Gewicht g	Infizirt am	Art der Infektion	getödtet am	eingegangen am	Gewicht beim Tode g	Ergebniss der Impfung	Bemerkungen	Weitere Kontrollimpfungen	Ergebniss derselben
13	205	29.IX.00	je 1 ccm der Aufschwemmung des Bodensatzes subkutan	29.XII.00	—	523	keine Tuberkulose	—	Ein Stückchen Milz wird auf Nr. 59 subkutan verimpft.	nach 86 Tagen keine Tuberkulose
14	180	„		27. XI. 00	—	269	Tuberkulose	—	—	—
15	265	„		29. XII. 00	—	540	„	—	—	—
16	135	29.IX.00	je 1 ccm der Aufschwemmung des Bodensatzes intraperitoneal	29. XII. 00	—	425	Tuberkulose	—	—	—
17	205	„		—	18.XII.00	224	„	—	Ein Stückchen Lunge wird auf Nr. 57, ein Stückchen Milz auf Nr. 58 subkutan verimpft.	Tuberkulose
18	190	„		—	28.XII.00	248	„	—	—	—

III. Erhitzte Milch am Ausflusshahn des Erhitzers 9^h 43′ entnommen (also erhitzt auf 87°).

30 ccm der Probe werden 45 Minuten lang zentrifugirt; die Rahmschicht und der Rückstand werden mit je 7 ccm 0,9% Kochsalzlösung verrührt und die so gebildete Aufschwemmung verimpft.

a) Rahmschichtaufschwemmung:

Lfde. Nr.	Gewicht g	Infizirt am	Art der Infektion	getödtet am	eingegangen am	Gewicht beim Tode g	Ergebniss der Impfung	Bemerkungen	Weitere Kontrollimpfungen	Ergebniss derselben
19	187	29.IX.00	je 1 ccm Rahmschicht-Aufschwemmung unter die Haut	27. XI. 00	—	410	keine Tuberkulose	—	—	—
20	115	„		2. I. 01	—	547	„	—	—	—
21	115	„		„	—	592	„	—	—	—
22	230	29.IX.00	je 1 ccm Rahmschicht-Aufschwemmung intraperitoneal	28. XI. 00	—	465	keine Tuberkulose	—	—	—
23	190	„		2. I. 01	—	431	„	—	—	—
24	185	„		13. II. 01	—	470	„	—	—	—

Lfde. Nr.	Gewicht g	Infizirt am	Art der Infektion	getödtet am	ein-gegangen am	Gewicht beim Tode g	Ergebniss der Impfung	Bemerkungen	Weitere Kontroll-impfungen	Ergebniss derselben
			b) Bodensatzaufschwemmung:							
25	185	29.IX.00	je 1 ccm Bodensatz-Aufschwemmung subkutan	2. I. 01	—	467	keine Tuberkulose	—	—	—
26	195	"		28.XI.00	—	337	"	—	—	—
27	200	"		13. II. 01	—	495	"	—	—	—
28	245	29.IX 00	je 1 ccm Bodensatz-Aufschwemmung intraperitoneal	2. I. 01	—	485	keine Tuberkulose	—	—	—
29	235	"		29. XI. 00	—	488	"	—	—	—
30	250	"		2. I. 01	—	460	"	—	—	—

IV. Erhitzte Milch am Ausflussrohr des Erhitzers um $10^h\ 10'$ entnommen (also erhitzt auf 84°).

60 ccm der Probe werden 45 Minuten lang zentrifugirt, der gesammte Rahm und der gesammte Bodensatz werden mit je 7 ccm 0,9% Kochsalzlösung aufgeschwemmt und verimpft.

a) Rahmschichtaufschwemmung:

Lfde. Nr.	Gewicht g	Infizirt am	Art der Infektion	getödtet am	ein-gegangen am	Gewicht beim Tode g	Ergebniss der Impfung	Bemerkungen	Weitere Kontroll-impfungen	Ergebniss derselben
31	250	29.IX.00	je 1 ccm Rahmschicht-Aufschwemmung unter die Haut	4. I. 01	—	567	keine Tuberkulose	—	—	—
32	240	"		"	—	575	"	—	—	—
33	200	"		29.XI.00	—	465	"	—	—	—
34	225	29.IX.00	je 1 ccm Rahmschicht-Aufschwemmung intraperitoneal	25. III. 01	—	504	keine Tuberkulose	—	—	—
35	195	"		29.XI.00	—	445	"	—	—	—
36	205	"		—	3. XI. 00	305	"	Diplococcen-infektion	—	—
			b) Bodensatzaufschwemmung:							
37	215	29.IX.00	je 1 ccm Bodensatz-Aufschwemmung unter die Haut	4. I. 01	—	641	keine Tuberkulose	—	—	—
38	270	"		"	—	582	"	—	—	—
39	250	"		29.XI.00	—	485	"	—	—	—
40	210	29.IX.00	je 1 ccm Bodensatz-Aufschwemmung intraperitoneal	29.XI.00	—	476	keine Tuberkulose	—	—	—
41	170	"		4. I. 01	—	530	"	—	—	—
42	180	"		"	—	523	"	—	—	—

V. Erhitzte Milch am Kühler $9^h\ 55'$ entnommen (also erhitzt auf 87°).

60 ccm der Probe werden 45 Minuten lang zentrifugirt, der gesammte Rahm und der gesammte Bodensatz mit je 7 ccm 0,9% Kochsalzlösung aufgeschwemmt und verimpft.

a) Rahmschichtaufschwemmung:

Lfde. Nr.	Gewicht g	Infizirt am	Art der Infektion	getödtet am	ein-gegangen am	Gewicht beim Tode g	Ergebniss der Impfung	Bemerkungen	Weitere Kontroll-impfungen	Ergebniss derselben
43	230	29.IX.00	je 1 ccm Rahmschicht-Aufschwemmung unter die Haut	29. XI. 00	—	441	keine Tuberkulose	—	—	—
44	230	"		5. I. 01	—	629	"	—	—	—
45	220	"		"	—	649	"	—	—	—
46	240	29.IX.00	je 1 ccm Rahmschicht-Aufschwemmung intraperitoneal	29. XI. 00	—	468	keine Tuberkulose	—	—	—
47	410	"		5. I. 01	—	720	"	—	—	—
48	195	"		"	—	448	"	—	—	—
			b) Bodensatzaufschwemmung:							
49	285	29.IX.00	je 1 ccm Bodensatz-Aufschwemmung unter die Haut	29.XI.00	—	578	keine Tuberkulose	—	—	—
50	340	"		5. I. 01	—	622	"	—	—	—
51	385	"		"	—	650	"	—	—	—
52	180	29.IX.00	je 1 ccm Bodensatz Aufschwemmung intraperitoneal	29.XI.00	—	568	keine Tuberkulose	—	—	—
53	170	"		5. I. 01	—	560	"	—	—	—
54	180	"		"	—	518	"	—	—	—

Fassen wir die Ergebnisse der Besichtigung und der angeschlossenen bakteriologischen Untersuchung der Molkereiprodukte zusammen, so ist vor allem die grosse Sauberkeit bemerkenswerth, welche in dem Betriebe herrschte. Besonders hervorzuheben ist auch, dass man in richtiger Erkenntniss der Thatsache, dass eine einmal schlecht gewordene Milch nicht wieder in gute umgewandelt werden kann, in A der Beschaffenheit der angelieferten Rohmilch so grossen Werth beilegt, dass jede einzelne Kanne Milch vor ihrer Verwendung untersucht wird. Wenn einem Produzenten die Milch einige Male in der Molkerei zurückgewiesen ist, kommt er aus eigenem Interesse von selbst dazu, für die reinliche Gewinnung und für die reinliche und sachgemässe Aufbewahrung der Milch bis zu deren Verarbeitung Sorge zu tragen.

Dass ein Theil der Milch nur auf 55° erwärmt wird und dass die Magermilch dieser nur angewärmten Milch an die Genossen zurückgeht, dürfte vom hygienischen Standpunkte aus als einwandsfrei nicht anzusehen sein. Sollte aus irgend welchen lokalen Gründen an dieser Betriebsweise vorläufig noch festgehalten werden müssen, so wäre es erforderlich, dass die Erwärmung auf 55° die letzte Phase des Betriebes bildete. Bei der derzeitigen Arbeitsanordnung läuft zuerst die auf 55° erhitzte Magermilch über den Kühler und gleich darauf die auf 85—90° erhitzte Vollmilch. Es ist somit die Möglichkeit vorhanden, dass die in der Magermilch vorhandenen und noch ansteckungstüchtigen Krankheitskeime auf dem Kühler abgelagert und von der bereits erhitzten Vollmilch wieder aufgenommen werden.

Weiter erregt die Behandlung der letzten Füllung des Apparates Bedenken. Auch hier ist die Möglichkeit gegeben, dass die erhitzte Milch sich wieder von Neuem infizirt, weil sie eine Strecke durch dieselben Wege — Zwischenbottich, Würgelpumpe und Anfangsstück der Rohrleitung — geführt wird, die unmittelbar vorher von der nur angewärmten Rohmilch durchflossen wurden. Ein Wechsel der Arbeitsordnung könnte auch hier Abhilfe schaffen.

Auf die Schwankungen in der Erhitzungstemperatur sei hier nur hingewiesen, es wird darauf weiter unten noch eingegangen werden.

Während in der Rohmilch ansteckungstüchtige Tuberkelbazillen nachgewiesen werden konnten, gelang dies nicht in den von der erhitzten Milch entnommenen Proben. Es hatte also in diesem Falle die kurze Einwirkung von 84—90° mit Wahrscheinlichkeit hingereicht, den in der Rohmilch vorhandenen Tuberkelbazillen ihre Ansteckungsfähigkeit für Meerschweinchen zu nehmen. Der Einwand, dass die entnommenen Proben der erhitzten Milch zufällig Rohmilchmengen entsprachen, welche keine Tuberkelbazillen enthielten, ist zwar nicht ohne Weiteres abzuweisen, weil nicht die gesammte angelieferte Milch auf einmal zusammen gemischt, sondern je nach der Anlieferung in das Rohmilchbassin eingefüllt wurde, hat jedoch wenig Wahrscheinlichkeit für sich, wenn man erwägt, dass in den Rohmilchbassins sehr grosse Milchmengen mit einander in Berührung kommen, dass ferner die von den verschiedenen Produzenten angelieferte Milch bis zum Erhitzer den gleichen Weg passiren muss und dass von der erhitzten Milch zu drei verschiedenen Zeitpunkten Proben entnommen wurden. Die Sicherheit und Genauigkeit eines Experimentes lässt sich bei derartigen Entnahmen nicht erzielen, weil der Beobachter von vornherein weder über die Be-

schaffenheit des Ausgangsmateriales unterrichtet ist, noch in die Einzelheiten des Betriebes zum Zwecke des Versuches eingreifen kann.

Von den mit der Eismilchprobe geimpften sechs Thieren erkrankte eins an Impftuberkulose. Ob die Tuberkelbazillen in der Probe nur in ausserordentlich geringer Zahl vorhanden oder ob sie in der Infektionstüchtigkeit wesentlich herabgesetzt waren, soll offen gelassen werden; ebenso die Frage, wie die Infektion der Eismilchtafel zu Stande gekommen ist. Es liegt hier die Möglichkeit vor, dass die erste über den Kühler geflossene hoch erhitzte Milch dort wieder Tuberkelbazillen aufgenommen hatte (vergl. oben) oder dass am Tage vor der Besichtigung bei der Eismilchbereitung Rohmilch mit verwendet wurde (Annahme des leitenden Ingenieurs). Bestimmtes liess sich durch die nachträglich angestellten Nachforschungen nicht ermitteln. Trifft die Annahme des leitenden Ingenieurs, der einer der besten Kenner unseres Molkereiwesens ist, zu, so wäre die vorstehende Feststellung ein weiterer Beitrag für die Nothwendigkeit häufiger und eingehender Kontrollen der Molkereien.

Molkereibetrieb zu B.

In B. kommt ein von der Firma E. Ahlborn in Hildesheim hergestellter Regenerativ-Erhitzer zur Verwendung, dessen Leistungsfähigkeit stündlich 3000 Liter beträgt.

Der Apparat besteht aus einem doppelwandigen Gefäss A (Fig. 5—7), dessen Boden in der Mitte säulenförmig bis zur halben Höhe der Seitenwandungen wieder emporsteigt. In die so gebildeten U-förmigen Schleifen hängt vom Deckel des Gefässes ein ebenfalls doppelwandiger, überall geschlossener Cylinder C hinein. Der zwischen den Flächen dieses Cylinders und den Innenflächen des doppelwandigen Aussengefässes verbleibende Raum wird durch eine dünne Kupferplatte in zwei Hälften zerlegt. Diese Kupferplatte B setzt gewölbt an der das Gefäss durchziehenden Mittelachse oben an, zieht zum Boden, biegt hier ebenfalls U-förmig um und steigt wieder in die Höhe, soweit der Aussenmantel doppelwandig ist. Da die Mittelachse in ihrem oberen Theile zu rotiren vermag, dient die Kupferplatte neben der Vermittelung der zwangsläufigen Führung der Milch zugleich als Rührwerk.

Der Hohlraum des Mantels A stellt den Behälter für den Dampf dar, der oben an einer Seite zutritt und unten an der andern Seite ausströmt. Ein besonderes Ventil am Boden vermittelt den Kondenswasserabfluss. Der Cylinder C hat nur den Zweck, die Rückflusswege der Milch auseinanderzuhalten, er wird von der Fabrik deshalb als Verdränger bezeichnet.

Die Milch tritt oben in der Mitte des Apparates durch die hohle Mittelachse ein und strömt durch seitliche Oeffnungen derselben in den von der Kupferplatte B oben begrenzten Innenraum. Dann fliesst sie zwischen Dampfheizfläche und Kupferplatte (Rührwerk) in dünner Schicht erst abwärts, darauf wagerecht und wieder aufwärts bis zum Punkte I; bis dahin kann sie Wärme von den Heizflächen aufnehmen, hier enden die Zuflusswege, die Milch fällt über den Rand von B und der Rückfluss beginnt in umgekehrter Richtung. Auf diesem letzteren Wege ist die Milch einerseits wieder vom Rührwerk, andererseits von den Aussenflächen des Verdrängers begrenzt.

Am Schlusse erweitern sich die Rückflusswege etwas entsprechend der Form der Kupferplatte B und lassen die Milch dann neben der Mittelachse oben abfliessen.

Bei I, also dort, wo die Milch die meiste Wärme aufgenommen hat, ist ein Thermometer angebracht. Hier befindet sich zugleich ein Luftventil, welches von Zeit zu Zeit geöffnet wird, um die Bildung von Luftkissen zu verhindern, die Störungen in der Zirkulation veranlassen und die richtige Wiedergabe der Temperatur der Milch verhindern würden. Zur Entleerung der letzten Füllung des Apparates dient eine besondere Ablassvorrichtung, welche am Boden angebracht ist und von aussen geöffnet werden kann.

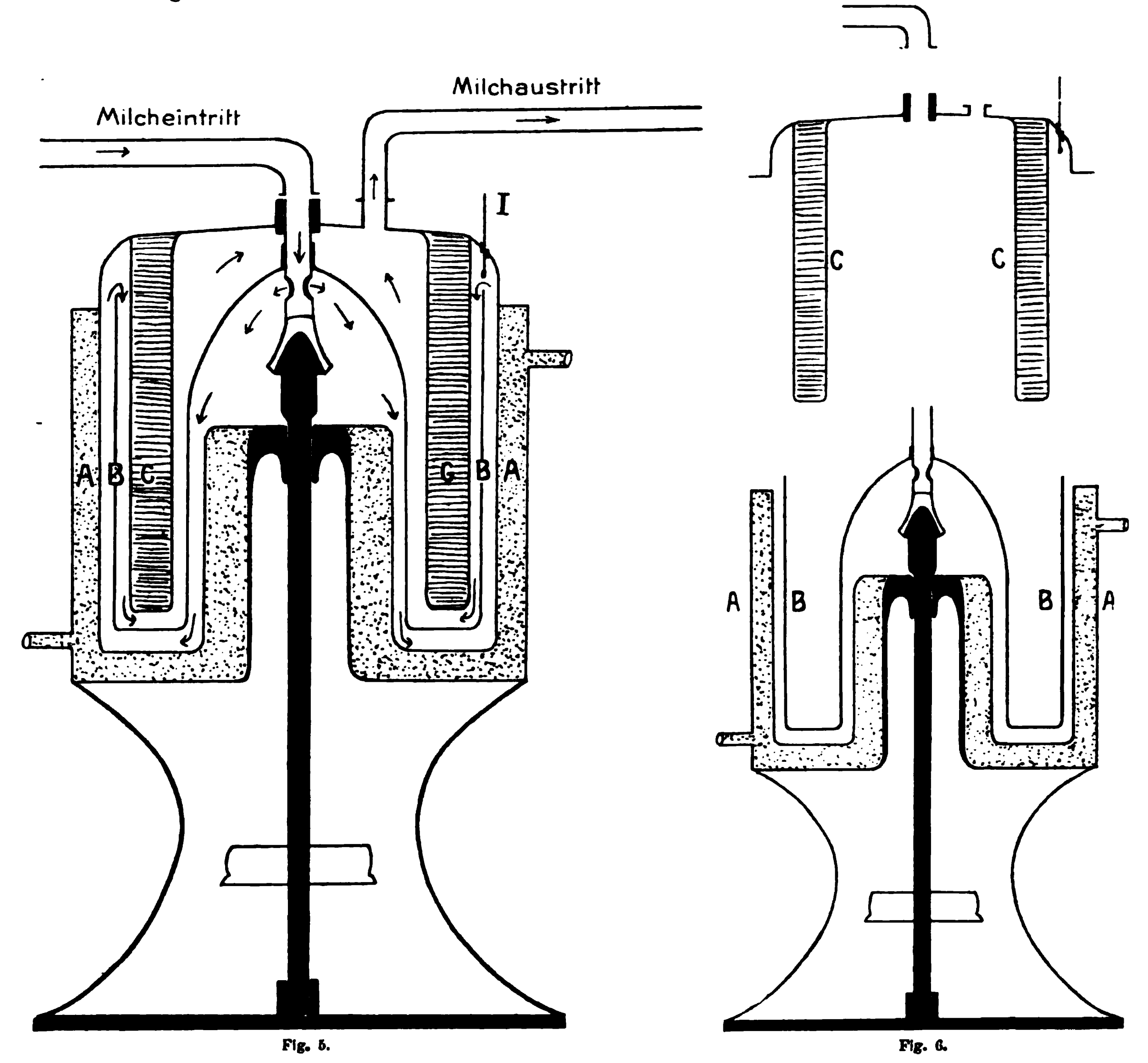


Fig. 5. Fig. 6.

Ein Thermometer zur Messung der Wärme der abfliessenden Milch fehlt an dem Apparate.

Wie oben ausgeführt, ist die zurückfliessende Milch von der zufliessenden auf ihrem ganzen Wege nur durch eine dünne Kupferplatte getrennt; sie vermag daher

Wärme leicht abzugeben, so lange ihre Temperatur die der zufliessenden Milch übertrifft; dies kann ungefähr auf zwei Dritteln der Wegstrecke der Fall sein. Die Wärmeabgabe würde trotzdem gering sein, weil der Weg im Ganzen kurz ist und die zu erwärmende dünne Milchschicht in den eigentlichen Erhitzungswegen auch von Dampfheizflächen begrenzt wird, wenn nicht der über der Bodenerhebung des Aussenmantels liegende Sammelraum stets mit grösseren Mengen kalter Milch gefüllt wäre. Hier findet im Wesentlichen die Regenerativwirkung statt, welche nach den angestellten Messungen etwa 30° oder 35 % der aufgenommenen Wärme beträgt.

Beim Auseinandernehmen zerfällt der Apparat in drei Stücke (vergl. Fig. 6 u. 7): in den UU-förmig gebogenen doppelwandigen Heizkörper A, den ebenfalls doppelwandigen cylindrischen Verdränger C und in das aus einer Kupferplatte bestehende, in der Mitte kuppelartig und an den Seiten U-förmig gebogene Rührwerk B.

Die einzelnen Stücke sind der mechanischen Reinigung leicht und überall zugängig.

Beim Anheizen des Apparates muss recht vorsichtig vorgegangen werden, da sich sonst leicht auf den einzelnen Flächen Eiweissniederschläge bilden, welche als schlechte Wärmeleiter die hohe Erhitzung der Milch erschweren (vergleiche letzte Phase der Erhitzungstabelle).

Fig. 7.

Wirthschaftlich liegt ein kleiner konstruktiver Mangel bei dem Apparate darin, dass die Innenflächen des Verdrängers nicht ausgenutzt werden. In seiner jetzigen Form stellt der letztere eine Belastung für den Apparat dar. Liesse sich die Rohmilch, bevor sie in die Pumpe tritt, an diesen Innenflächen vorbeiführen, so würde sie einmal vorgewärmt in den Erhitzer eintreten und damit die Gefahr des Anbrennens vermieden, andererseits würde die austretende Milch nicht unwesentlich kühler den Apparat verlassen und zu ihrer endgültigen Kühlung weniger Kühlwasser bedürfen, ein nicht zu unterschätzender Vortheil für solche Molkereien, welche mit beschränkten Wasservorräthen zu rechnen haben.

Der Molkereibetrieb ging in B. am Besichtigungstage in folgender Weise vor sich: die angelieferte Rohmilch, welche nach Aussage des Betriebsleiters im Winter

durch den Geschmack, im Sommer durch die Kochprobe auf etwaige Säuerung untersucht wird, wurde mittelst einer Kugelventilpumpe aus dem Sammelbassin in den Erhitzer gedrückt. Die Pumpe war auf 1500 Liter stündlicher Leistung eingestellt. Verarbeitet wurden 3970 Liter Milch.

a) Zunächst wurde hoch erhitzt und etwa 40 Liter unzerlegt über den Kühler geschickt. Diese Milch wurde im Handverkauf abgegeben; gelegentlich dienen grössere Mengen gleich behandelter Milch zur Versorgung einer benachbarten Grossstadt.

b) Nachdem die 40 Liter über den Kühler geleitet waren, wurde im kontinuirlichen Betriebe weiter gearbeitet, die erhitzte Milch jedoch nach Umstellung eines Dreiweghahnes in ein Sammelgefäss und von dort in die Separatoren geführt. Aus diesen flossen Rahm und Magermilch über Kühler, die letztere über denselben, auf welchem vorher die Vollmilch gekühlt wurde. So wurden 2940 Liter verarbeitet. Dann wurde

c) mit der Erhitzung auf 40° heruntergegangen und die nur angewärmte Milch, etwa 550 Liter, in den vorher benutzten Separatoren in Magermilch und Rahm zerlegt. Die erstere floss vom Separator am Kühler vorbei in ein im Käsereiraum stehendes doppelwandiges Gefäss, in welchem sie der natürlichen Säuerung überlassen wurde, um zur Käsebereitung (Harz- und Backsteinkäse) verwendet zu werden. Die Sahne wurde gekühlt und später mit der aus der hocherhitzten Milch gewonnenen vermischt und verbuttert.

d) die noch übrige Rohmilchmenge, etwa 450 l, wurde in der unter b beschriebenen Weise verarbeitet.

Die Einzelheiten des Erhitzungsganges giebt die nachstehende Tabelle wieder:

Tabelle 3.

Zeit	Thermometer I	Dampfüberdruck
7^{55}	Dampfzulass	
8^{05}	104,5°	0,4 A
8^{07}	99,5°	
8^{09}	106°	
8^{10}	99°	0,4 A
8^{15}	104°	
8^{19}	100°	0,3 A
8^{20}	103°	
8^{26}	102°	0,5 A
8^{27}	101°	0,3 A
8^{30}	103°	
8^{40}	104°	0,6 A
8^{47}	101,5°	0,4 A
9^{00}	104°	0,5 A
9^{22}	100,5°	0,5 A
9^{30}	103°	0,5 A
9^{48}	100°	0,5 A
9^{53}	98°	0,4 A
10^{04}	101°	0,6 A

Von 10^{15} an wird die zur Käsebereitung bestimmte Milch nur noch auf 40° erhitzt. Um 10^{30} beginnt wieder die hohe Erhitzung. Der Maschinist lässt sehr rasch Dampf zu, die Milch scheint in Folge dessen angebrannt zu sein; die Heizflächen leiten schlecht.

Während der Erhitzung stand der Maschinist fast ständig am Dampfzulasshahn.

Nach Abstellung der Maschine wurde der Erhitzer auseinander genommen; die Heizflächen zeigten einen dünnen, leicht abstreifbaren Belag von weiss-grauer Farbe.

Zeit	Thermometer I	Dampf-überdruck
10^{30}	104°	0,3 A
10^{31}	100°	0,4 A
10^{32}	96°	0,4 A
10^{33}	94°	0,3 A
10^{38}	92°	0,5 A
10^{45}	Schluss des Betriebes.	

Die geschilderte Betriebsweise erregt folgende Bedenken: Beim Beginn des Betriebes wird der Apparat zunächst soweit mit Milch gefüllt, bis dieselbe an dem bei I befindlichen kleinen Hahne abfliesst. Dieser Punkt entspricht dem Ende der Erhitzungs- und dem Beginn der Regenerativwege. Nach Schluss des Hahnes bei I geht die Füllung weiter, bis auch die Regenerativwege voll sind und die Milch am Abflusshahn austritt; jetzt wird zunächst auch dieser geschlossen. Nun wird langsam Dampf zugelassen, bis das Thermometer I 100° zeigt. In diesem Augenblicke wird der Abflusshahn geöffnet und der kontinuirliche Betrieb beginnt. Die zuerst abfliessende Milch, jene oben unter a erwähnte, kann um diese Zeit 100° noch nicht erreicht haben, weil sie sich in den Regenerativwegen befindet und mit den geheizten Flächen des Dampfraumes überhaupt nicht in Berührung kam. Da der Apparat 100 l aufnimmt, die Heiz- und Regenerativwege etwa gleiches Fassungsvermögen haben, so werden gerade jene unter a angeführten 40 l Milch, welche dem Handverkauf dienen, gegebenen Falles in Folge ihrer mangelhaften Erhitzung den Kühler, über welchen nachher fast die gesammte Magermilch geleitet wird, zu infiziren vermögen, wenn sich unter der zuerst verarbeiteten Milch zufällig tuberkelbazillenhaltige befand. Die Abhilfe würde darin liegen, dass entweder die erste Füllung zur Pumpe zurück und noch einmal durch den Apparat geschickt würde, oder dass der kontinuirliche Betrieb erst dann begänne, wenn ein bei II anzubringendes Thermometer ebenfalls 100° zeigt.

Weiteres Bedenken erregt die mitten in den Betrieb eingeschaltete Erwärmung eines Theiles der Milch auf 40°. Nicht allein, dass die nur angewärmte Milch die Wege vom Erhitzer zum Separator gelegentlich zu infiziren im Stande ist, die Mischung des aus dieser nur angewärmten Milch gewonnenen Rahmes mit dem aus der hocherhitzten Milch stammenden macht auch die vorhergegangene Erhitzung zum Theil illusorisch und den Gehalt der Butter an Krankheitskeimen von Zufälligkeiten bei der Anlieferung der Milch abhängig.

Dann ist die Verarbeitung der letzten Füllung des Erhitzers nicht einwandsfrei. Diese Milch wird, nachdem sie erhitzt ist, unten aus dem Apparate entleert und dann auf Wegen zum Separator geleitet, von denen ein Theil vorher von der Rohmilch durchflossen wurde. Sie kann also hier wieder Krankheitskeime aufnehmen.

Abgesehen von den vorstehend erörterten Bedenken machte der Molkereibetrieb im Allgemeinen den Eindruck eines wohlgeordneten und recht sauberen. Die Räume sind mit Ausnahme des Reinigungsraumes für die Transportgefässe, der unzureichend ventilirt ist, hoch, hell und gut gelüftet. Der Fussboden ist mit Fliesen belegt; die Wände sind 1,5 bezw. 3,0 m hoch mit weissen Kacheln bekleidet; das übrige Mauerwerk ist mit Kalk getüncht. Zahlreich finden sich in der Molkerei Kühlbassins, die von 10° warmem Wasser ständig durchflossen werden und zur Kühlerhaltung der in

Blechkannen abgefüllten Sahne und Magermilch dienen, bis diese entweder weiter verarbeitet oder an die Produzenten zurückgegeben werden.

Hervorgehoben sei noch, dass dem Personale der Milchlieferanten das Herumlaufen in den Räumen der Molkerei nicht gestattet ist, dass die Reinigung der Transportgefässe vielmehr durch Angestellte der Molkerei geschieht.

Das zum Betriebe nothwendige Wasser wird aus einem leistungsfähigen, einwandsfreien Brunnen entnommen. Die Abwässer fliessen, nachdem sie mehrere Senkschächte passirt haben, in einen Bach und durch diesen in einen kleinen nahe vorbeifliessenden Fluss. Zu Beanstandungen soll diese Art der Abwässerbeseitigung noch nicht geführt haben.

Zur Verimpfung wurden folgende Proben entnommen (vergl. im Anhang Tabelle Nr. 27):

	Erreichte Temp.
1. Rohmilch aus dem Mischbassin um 7^{25} und um 9^{30}	
2. Erhitzte Vollmilch, sogenannte Stadtmilch (entspricht der Erhitzungsphase a)	?
3. Erhitzte Vollmilch (Phase b der Erhitzung) am Ausflussrohr des Erhitzers	103°
4. Magermilch (Phase b) am Abfluss des Kühlers	102°
5. Rahm (Phase b) am Abfluss des Kühlers	104° 101°
6. Zentrifugenschlamm	
7. Butter, die aus der zwei Tage vor der Besichtigung erhitzten Milch hergestellt war.	

Die Proben wurden nach der Entnahme sofort tief abgekühlt, zwischen Eis verpackt und am Entnahmetage noch verarbeitet. Hierbei wurden die gleichwerthigen, aber zu verschiedenen Zeiten entnommenen Proben zusammengemischt, und je 60 ccm eine halbe Stunde lang bei einer Tourenzahl von 4000 ausgeschleudert. Die Oberschicht und der Bodensatz wurden darauf für sich mit 3 ccm der Mittelschicht des entsprechenden Röhrchens aufgeschwemmt und von jeder Aufschwemmung zwei Meerschweinchen je 1 ccm in die Bauchhöhle gespritzt.

Vom Zentrifugenschlamm wurden vier mittelgrosse Oesen mit 4,0 ccm 0,8 % Kochsalzlösung aufgeschwemmt und auf zwei Meerschweinchen subkutan und auf zwei intraperitoneal verimpft.

Die Butter wurde bei 40° verflüssigt und 30 Minuten wie die Milch zentrifugirt. Von der Oberschicht erhielten zwei Meerschweinchen je 1 ccm unter die Haut, zwei gleiche Mengen in die Bauchhöhle gespritzt. Der Bodensatz wurde in derselben Weise verimpft.

Die Ergebnisse der Impfungen gestalteten sich folgendermaassen:

Alle vier mit Rohmilch geimpften Thiere bekamen Impftuberkulose.

Bei den Meerschweinchen, welche mit den unter 2—5 angeführten Proben geimpft wurden, liessen sich bei der zwölf Wochen nach der Impfung vorgenommenen Sektion tuberkulöse Veränderungen nicht feststellen.

Von den vier mit Zentrifugenschlamm infizirten Thieren erwiesen sich zwei zwölf Wochen nach der Impfung als in mässigem Grade tuberkulös. Tuberkel-

bazillen waren in den Veränderungen äusserst spärlich vorhanden. Die zwei anderen Thiere waren gesund.

Die vier Meerschweinchen, welchen die Oberschicht der ausgeschleuderten verflüssigten Butter eingespritzt war, wurden nicht tuberkulös, die anderen vier dagegen, die mit der Bodenschicht geimpft wurden, zeigten bei der Sektion (zwölf Wochen nach der Impfung) vorgeschrittene Tuberkulose.

Die in der Molkerei zu B. am Besichtigungstage zur Verarbeitung gekommene Rohmilch enthielt also infektionstüchtige Tuberkelbazillen, während solche in der erhitzten Milch nicht mehr nachgewiesen werden konnten. Dass die mit dem Zentrifugenschlamm geimpften Thiere tuberkulös wurden, ist nicht auffallend, da ein Theil desselben aus einer Milch stammte, die nur auf etwa 40° erhitzt wurde. Immerhin ist es bemerkenswerth, dass von den vier Thieren nur zwei erkrankten, und diese beiden an verzögerter Tuberkulose. Der Grund dürfte in der geringen Zahl der zur Verimpfung gelangten Tuberkelbazillen liegen.

Ob die Butter, welche aus Milch hergestellt war, die zwei Tage vor der Besichtigung erhitzt wurde, deshalb noch infektiöse Tuberkelbazillen enthielt, weil dem Rahm der hoch erhitzten Milch solcher von nur auf 40° erhitzter Milch zugemischt war, oder ob die gesammte Milch nicht hinreichend der Wärmeeinwirkung ausgesetzt wurde, ist nachträglich schwer zu entscheiden. Wenn man jedoch erwägt, dass die Tuberkulose bei den mit Zentrifugenrückstand der Milch geimpften Thiere bei weitem weniger ausgesprochen war, als bei den mit Butter geimpften, so will es uns scheinen, als ob die letztere Annahme mehr Wahrscheinlichkeit für sich hätte.

Auf die Thatsache, dass die mit der Oberschicht der ausgeschleuderten Butter geimpften Thiere gesund blieben, während die mit dem Bodensatz infizirten alle erkrankten, sei noch hingewiesen.

Molkereibetrieb zu C.

In dem Molkereibetriebe zu C. wird mit dem von der Maschinenfabrik Lefeldt und Lentsch in Schöningen konstruirten Erhitzer „Mors" gearbeitet. Der hier aufgestellte Apparat hat ein Fassungsvermögen von 92 Litern, seine Leistungsfähigkeit beträgt 2200 bezw. 3000 Liter in der Stunde (bei einer Erhitzung von 0—105° und von 35—105°).

Der „Mors" unterscheidet sich von den sonstigen Milcherhitzungsapparaten zunächst dadurch, dass seine Hauptachse wagerecht liegt. Diese Anordnung erleichtert die Reinigung insofern, als sie die Verwendung besonderer Hebewerke zum Auseinandernehmen der einzelnen Theile überflüssig macht. Vermittelst eines auf dem Gehäuse des Apparates angebrachten Schraubengewindes lässt sich die Stirnwand und mit ihr ein Theil der Heizflächen herausschieben und dann seitlich zurückklappen (Fig. 9). Alle Flächen und sämmtliche Umbiegungsstellen werden dadurch dem Auge und der mechanischen Reinigung vollständig und bequem zugängig.

Von aussen gesehen bietet der „Mors" das Bild einer auf die Seite gelegten flachen Trommel mit Stirnwand, Rückwand und cylinderförmigem Mittelstück (Fig. 8).

Den Grundstock für die Michwege bildet eine konzentrisch tiefwellenförmig ausgearbeitete, runde Kupferplatte, welche in ihrem Mittelpunkte auf der wagerecht liegenden Achse des Apparates senkrecht angeheftet ist. (Fig. 10 Rw.) Die Achse selbst zerfällt in drei Theile: dem mit der Stirnwand fest verbundenen hohlen Anfangsstück (Fig. 10 Ax 1); dem soliden Mittelstück (Ax 2), welches an einem Ende ausgebuchtet ist und sich mit dieser Ausbuchtung auf dem konisch geformten Ende des Anfangsstückes (Ax 1) zu drehen vermag. Das andere Ende des Mittelstückes trägt Zapfen, die es ermöglichen, mit dem dritten Theile der Achse (Ax 3), dem ebenfalls soliden Endstück, eine feste, aber nach Bedarf lösbare Verbindung herzustellen.

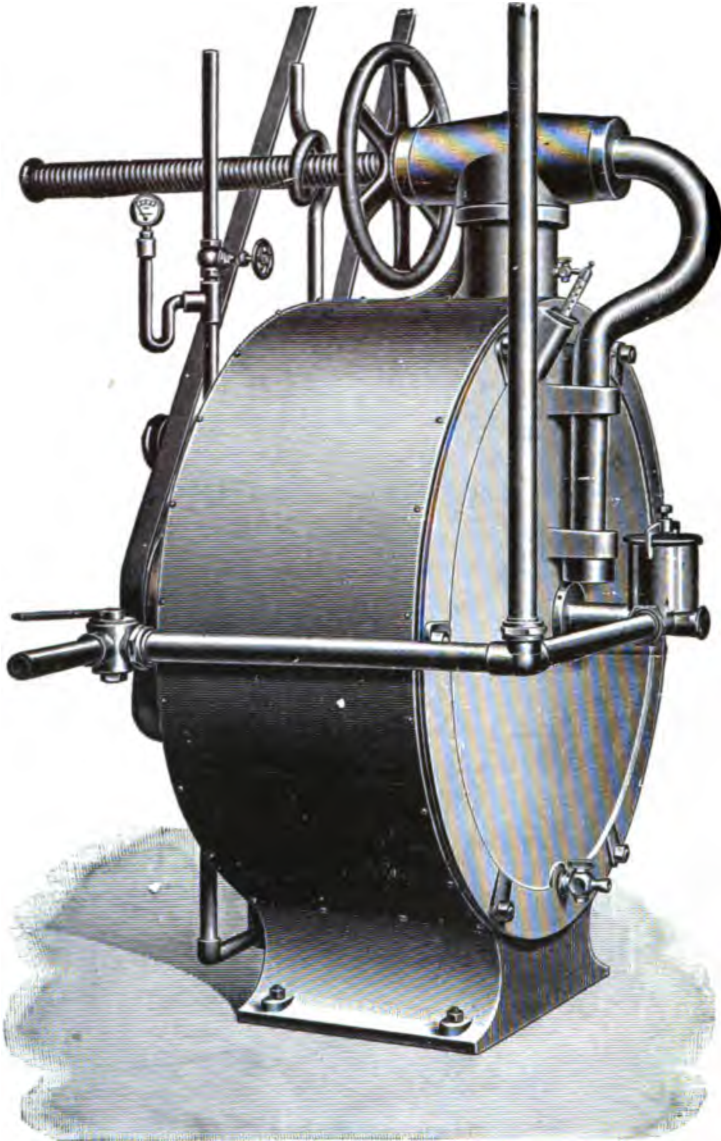


Fig. 8.

Das Endstück liegt in einer zur Rückwand gehörenden Hülse und trägt ausserhalb des Apparates eine Antriebscheibe (Fig. 11). Diese Einrichtung giebt der oben erwähnten Kupferplatte (Rw), welche an dem Mittelstück der Achse (Ax 2) befestigt ist und an der Peripherie frei endet, die Möglichkeit, rotirende Bewegungen zu zu machen und so als Rührwerk zu dienen. Im Folgenden sei die Platte deshalb einfach als Rührwerk bezeichnet.

Wie erwähnt, ist das Rührwerk konzentrisch und tief wellenförmig ausgearbeitet; es bietet daher von der Fläche gesehen, sowohl von der Stirnwand wie von der Rückwand aus, das Bild konzentrischer Ringe mit etwas abgerundeten Kuppen (Fig. 9).

In die Ausbuchtungen der einen Seite des Rührwerks (Fig. 10 von links) greift eine mit ihr konform gearbeitete zweite Platte tief hinein. Diese Platte ist

mit der Basis ihrer Windungen an der Rückwand befestigt; sie ist daher feststehend. Im Folgenden sei sie als Rückwandplatte (Rwp) bezeichnet. Auch die Rückwandplatte bietet naturgemäss von der Stirnseite des Apparates her betrachtet den Anblick konzentrischer Ringe mit ebenfalls abgerundeten Kuppen (Fig. 9).

In die Ausbuchtungen der anderen Seite des Rührwerks (Fig. 10 von rechts) ragen von der Stirnwand aus einfache Scheidewände hinein, die von der Fläche gesehen konzentrische Ringe mit scharfen Rändern darstellen (in Fig. 9 nicht zu sehen, weil sie noch in dem Rührwerk stecken).

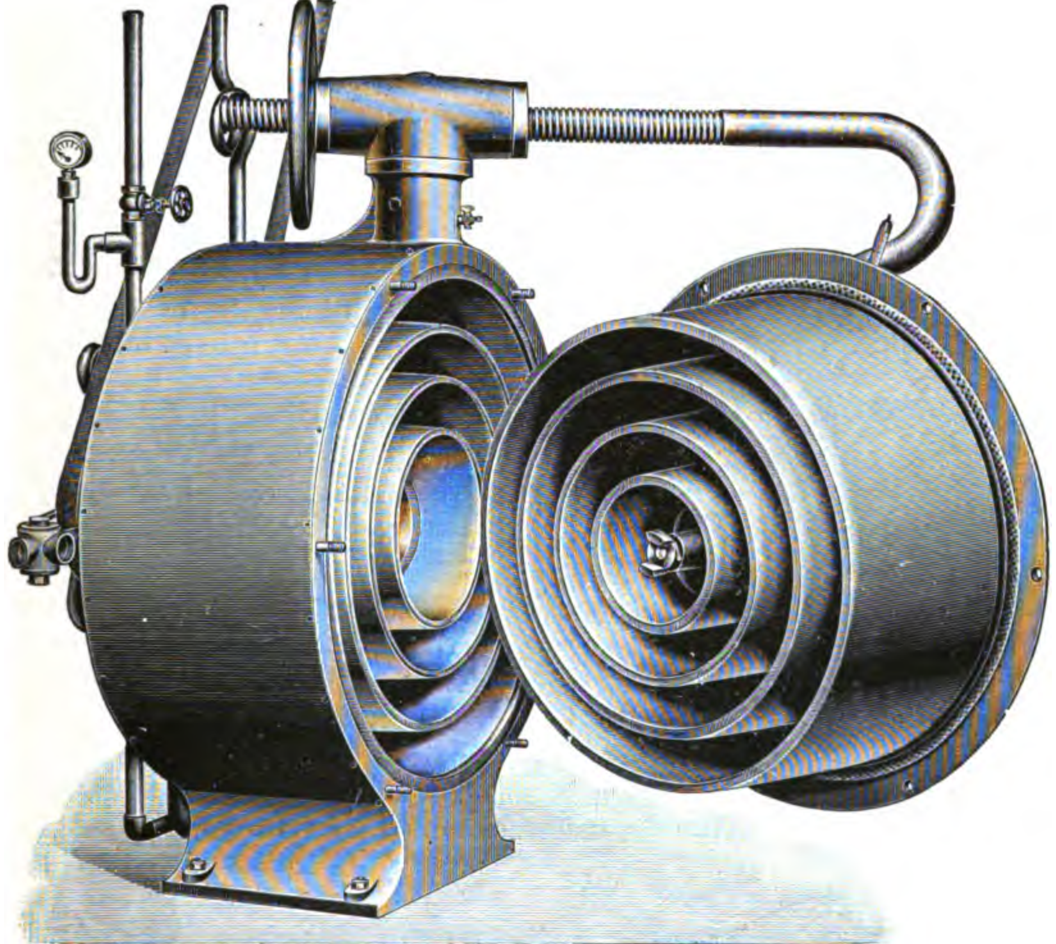


Fig. 9.

Das ganze System der auf die eben beschriebene Weise ineinander geschachtelten wellenförmigen Flächen wird zusammengehalten vorn und hinten durch Stirnwand und Rückwand und seitlich durch das cylinderförmige Verbindungsstück dieser beiden Wände (Fig. 8).

Die Milch strömt in der Mitte der Rückwand neben der Achse ein und benutzt von hier aus den Weg, welcher von dem Rührwerk und der Rückwandplatte begrenzt wird. An der Peripherie angelangt, biegt sie um die freien Enden des Rührwerks herum und fliesst innerhalb der Stirnseite desselben zur Mitte des

Apparates zurück. Auf dem letzteren Wege wird sie durch die von der Stirnwand ausgehenden Scheidewände in zwangsläufiger Bewegung erhalten. Im Zentrum des Erhitzers tritt sie dann in das oben erwähnte hohle Anfangsstück der Achse und durch dieses hindurch aus dem Apparat hinaus (Fig. 10 und 11).

Der Dampf strömt von der Peripherie her zu und bewegt sich innerhalb der Rückwandplatte (Fig. 11). Die Oeffnungen, durch welche derselbe in den von dieser Platte gebildeten Ringen von einem Ringe in den anderen tritt, liegen alternirend, so dass der Dampf gezwungen ist, jedesmal erst den einen Ring vollständig zu füllen, bevor er in den anderen eintreten kann. Die Ausströmungsstelle für den Dampf befindet sich an der Rückwand in der Mitte des Apparates.

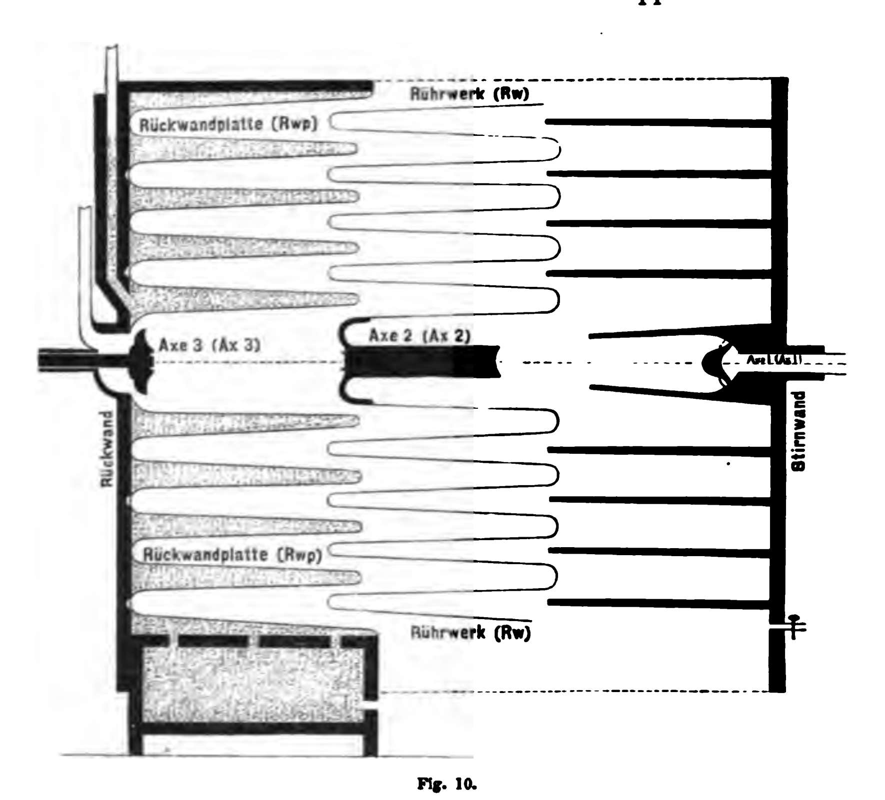


Fig. 10.

Dampf und zu erhitzende Milch werden also durch die Ringe geschieden, welche durch die Rückwandplatte gebildet werden; die wärmeaufnehmende, zufliessende Milch ist von der wärmeabgebenden, abfliessenden durch das Rührwerk getrennt; die abfliessende Milch wieder wird durch die an der Stirnwand befestigten Ringe zur Austrittstelle zwangsläufig geleitet.

Aus der beträchtlichen Anzahl der Windungen der einzelnen Platten ergeben sich grosse Flächen sowohl für die Wärmeabgabe des Dampfes wie für diejenige der zurückfliessenden Milch; bei dem im Molkereibetriebe zu C. benutzten „Mors“ betrugen dieselben nicht weniger als 9 □ m, die zu gleichen Theilen auf die Heizung mittelst Dampf und auf die Regenerativwirkung entfallen. Aus der grossen für die Dampfheizung zu Verfügung stehenden Fläche ergiebt sich, dass die in dem Dampfe

zugeführte Wärme sehr gut ausgenutzt werden kann, dass daher der Unterschied zwischen der Temperatur beziehungsweise der Spannung des Dampfes und der angestrebten Milchtemperatur nur gering zu sein braucht. Der Apparat arbeitet denn auch bei guter Regulirung der Dampfzufuhr mit kaum bemerkbarem Ueberdruck. Die Gefahr des Anbrennens wird damit nicht unwesentlich herabgesetzt.

Weiter vermindert wird diese Gefahr durch die stete Bewegung, in welcher die einzelnen Milchtheilchen gehalten werden. Der Druck der Pumpe zwingt sie, in Schlangenwindungen vom Zentrum zur Peripherie zu fliessen, die Umdrehungen des Rührwerks theilen ihnen eine rasch kreisende Bewegung mit. Dazu kommen Schleuder- und Wirbelbewegungen, welche veranlasst werden durch die fortwährenden Schwankungen der Geschwindigkeit, mit welcher die Milch vorwärts getrieben wird. Diese Geschwindigkeitsschwankungen sind bedingt durch die Ungleichmässigkeiten im Fassungsvermögen der einzelnen Ringe, da naturgemäss die peripher gelegenen Ringe bei ihrem grösseren Radius mehr Milch aufzunehmen vermögen als die dem Zentrum näher liegenden.

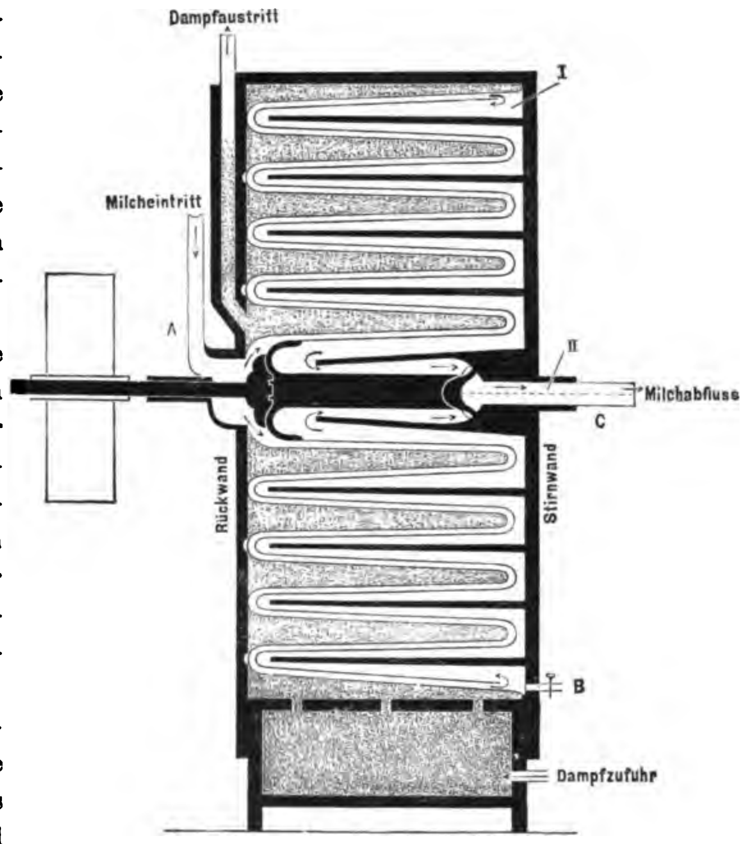


Fig. 11.

Haben die eben beschriebenen Verhältnisse den Vortheil, dass das Anbrennen verhütet wird und dass sämmtliche Milchtheilchen mit Sicherheit an die Heizflächen herangebracht werden, so haben sie auf der anderen Seite den Nachtheil, dass die Zeiträume, welche die einzelnen Milchpartikel der Erhitzung ausgesetzt sind, ungleiche Dauer haben. Der wesentlichste Grund hierfür liegt in den erwähnten Wirbel- und Schleuderbewegungen, wenngleich die stossenden Bewegungen der Kugelventilpumpen auch etwas mit beitragen mögen. Näher wird auf diese Ungleichmässigkeiten unten bei der Erörterung der Versuche zur Messung der Durchflusszeit eingegangen werden.

Die Regenerativwirkung des Apparates, welche bei den grossen Flächen als sehr ausgiebig hätte erwartet werden können, betrug nach unseren Beobachtungen in C. und später in Schöningen doch nur etwa 40 % der aufgenommenen Wärme.

Der Grund dürfte darin liegen, dass die dünne Schicht der zufliessenden Milch die abfliessende nicht hinreichend von den Dampfheizflächen zu isoliren vermag, dass vielmehr von den letzteren kleine Wärmemengen auf die abzukühlende Milch noch einzuwirken vermögen. Immerhin bedingt die Wiederausnutzung von 40 % der aufgenommenen Wärme, verbunden mit der geringen erforderlichen Dampfspannung, eine bedeutende Herabsetzung der Betriebskosten.

Wie schon erwähnt, ist die Reinigung des Erhitzers trotz seines anscheinend komplizirten Baues nicht schwer, weil durch die wagerechte Anordnung das Oeffnen desselben von einem Manne leicht besorgt werden kann und die einzelnen Heizflächen bequem zugängig sind.

Der Molkereibetrieb gestaltete sich am Besichtigungstage folgendermaassen: die Temperatur der angelieferten Milch betrug im Mischbassin gemessen 21°; zugleich konnte festgestellt werden, dass die Milch ausgesprochen sauer reagirte. Trotzdem wurde um 6^{10} die Pumpe in Gang gesetzt; die Füllung des Apparates dauerte 2,5 Minuten. Da der Erhitzer 92 Liter fasst, so war die Pumpe also auf eine stündliche Leistung von 2200 Litern eingestellt. Zunächst liess man die Milch zirkuliren, d. h. die Dreiweghähne der ausserhalb des Apparates gelegenen Rohrleitungen waren so gestellt, dass die abfliessende Milch, ohne mit anderer gemischt zu werden, immer wieder in den Erhitzer zurückfloss. Als auf diese Weise erreicht war, dass das in der Aussenzone, also im Punkte der höchsten Erhitzung, angebrachte Thermometer (I) 101° und das an der Ausflussstelle der Milch befindliche (II) 76° zeigte (Fig. 11), was 12 Minuten erforderte, setzte der kontinuirliche Betrieb ein. Schon nach weiteren 10 Minuten zeigten sich die Folgen der Verwendung der sauren Rohmilch; die Zentrifugen hatten sich durch geronnene Massen verstopft, so dass der Betrieb um 6^{34} unterbrochen werden musste. Während der Reinigung der Separatoren wurde die noch vorhandene Rohmilch mittelst Natronlauge amphoter gemacht. Nachdem dann etwa 30 Minuten im kontinuirlichen Betriebe weiter gearbeitet worden war, begann der Dampf zu fehlen; der Maschinist hatte mit der durch die Reinigung der Zentrifugen bedingten Verzögerung nicht gerechnet und versäumt nachzuheizen. Es musste daher mit der Erhitzung der Milch, welche vorher auf 100° getrieben war, auf 85° heruntergegangen werden.

Die letzte Füllung des Erhitzers wurde auch hier, wie in den anderen besichtigten Betrieben unten entleert und dann auf Wegen, welche zum Theil vorher von der Rohmilch passirt waren, zur Zentrifuge geleitet.

Bei dem Oeffnen des Apparates zeigten sich an verschiedenen Stellen Niederschläge von geronnenem Eiweiss; eine Thatsache, die jedoch weniger dem Apparate als den Vorkommnissen beim Betriebe zuzuschreiben sein dürfte. Wir haben später bei einer anderen Gelegenheit die Erhitzung der Milch in dem „Mors“ auf 110° getrieben, und fanden nach dem Oeffnen desselben nur Spuren von Niederschlägen und diese nicht auf den Dampfheizflächen, sondern auf dem Rührwerk.

Die Einzelheiten der beobachteten Erhitzung sind aus der nachstehenden Tabelle zu ersehen:

Tabelle 4.

Zeit	Thermometer I	Thermometer II	Bemerkungen
6^{10}	—	—	Beginn der Pumpe.
6^{12}	21°	21°	Apparat gefüllt; Dampfzulass.
6^{16}	44°	21°	—
6^{20}	76°	24°	—
6^{24}	101°	76°	Aufhören der Zirkulation der Milch, Beginn des kontinuirlichen Betriebes.
6^{27}	101,5°	75°	—
6^{30}	104°	78°	—
6^{34}	—	—	Unterbrechung, die Zentrifugen sind verstopft.
7^{52}	97°	91,5°	—
7^{54}	94°	65°	—
7^{55}	100°	64°	—
7^{57}	103°	76°	—
8^{05}	101,5°	76,5°	—
8^{12}	102°	77°	—
8^{20}	98°	74°	Dampf beginnt zu fehlen.
8^{35}	85°	57°	—
8^{37}	86°	57°	Schluss.

Entnommen wurde zur Untersuchung (vergl. Tabelle 28 im Anhang):

1. Rohmilch um 6^{15} und 6^{40} aus dem Mischbassin. 60 ccm einer Mischung aus beiden Proben wurden noch an demselben Tage ½ Stunde zentrifugirt (Tourenzahl 4000 in der Minute).

Von der Oberschicht wurde Meerschweinchen 1 u. 2 je 1 ccm subkutan
„ „ „ „ „ 3 u. 4 „ „ intraperitoneal
Von der Bodenschicht „ „ 5 u. 6 „ „ subkutan
„ „ „ „ „ 7 u. 8 „ „ intraperitoneal
eingespritzt.

Sämmtliche Thiere mit Ausnahme von Nr. 6, das vorzeitig einging, wurden tuberkulös.

2. Vollmilch, erhitzt auf 100°, entnommen am untern Auslasshahn, also am Punkte der höchsten Erhitzung vor dem Passiren der Regenerativwege. Die Milch wurde verarbeitet und verimpft wie unter 1. angegeben. Meerschweinchen 9—16. Sämmtliche Thiere erwiesen sich bei der 8 beziehungsweise 12 Wochen nach der Impfung erfolgten Tödtung als frei von Tuberkulose.

3. Vollmilch, erhitzt auf 85—86°, ebenfalls am untern Auslasshahn entnommen. Verimpft wie unter 1 angegeben. Meerschweinchen 17—24. Sämmtliche Thiere waren bei der späteren Tödtung frei von Tuberkulose.

4. Rahm, am Ausfluss des Kühlers entnommen,

5. Magermilch, am Ausfluss des Kühlers entnommen,

6. Zentrifugenschlamm, aus dem Separator entnommen.

Die Proben 4-6 wurden insgesammt auf 18 Meerschweinchen verimpft, eine Ansteckung der Thiere erfolgte nicht.

Die unter 1—6 aufgeführten Proben wurden in sterilen Gefässen entnommen, sofort auf Eis gelegt und in Eispackung nach Berlin gebracht. Bei der Ankunft im Gesundheitsamte war das Eis noch nicht geschmolzen.

Weiter nahmen wir zur Untersuchung mit:

7. Butter, aus Milch hergestellt, welche zwei Tage vor der Besichtigung erhitzt war; die Höhe der Erhitzungstemperatur liess sich nicht mehr feststellen, als wahrscheinlich wurde 70—80° angegeben. Die Butter wurde bei 40° geschmolzen, 60 ccm derselben eine halbe Stunde lang bei einer Tourenzahl von 4000 in der Minute ausgeschleudert und auf Meerschweinchen verimpft:

Von der Oberschicht erhielten die Thiere	43 u. 44	je 1 ccm	subkutan
„ „ „ „ „ „	45 u. 46	„ „	intraperitoneal
Von der Bodenschicht „ „ „	47 u. 48	„ „	subkutan
„ „ „ „ „ „	49 u. 50	„ „	intraperitoneal

eingespritzt.

Nr. 43 ging vorzeitig ein. Nr. 44, 45 u. 46 wurden drei Monate nach der Impfung getödtet. Tuberkulöse Veränderungen waren in denselben nicht nachweisbar. Nr. 47 und 50 wurden 7 Wochen, Nr. 48 und 49 13 Wochen nach der Impfung getödtet. Alle 4 Meerschweinchen litten an vorgeschrittener Impftuberkulose.

8. Butter, aus Milch hergestellt, welche am Tage vor der Besichtigung erhitzt war; die Angaben der verschiedenen Molkereiangestellten über die Höhe der Erhitzungstemperatur schwankten zwischen 60 und 85°. In gleicher Weise wie unter 7 beschrieben wurde die Butter auf 8 Meerschweinchen, Nr. 51—58, verimpft. Die mit der Oberschicht geimpften Thiere bekamen keine Tuberkulose, während die mit der Bodenschicht infizirten alle vier tuberkulös wurden.

9. Die am Besichtigungstage zwischen 7^{55} und 8^{10} erhitzte Milch (vergl. Erhitzungstabelle) wurde gesondert aufgefangen und verarbeitet. Die aus ihr hergestellte Butter wurde drei Tage später in gleicher Weise wie die Proben 7 und 8 auf 8 Meerschweinchen, Nr. 59 bis 66, verimpft. Keines der Thiere wurde tuberkulös.

Die Petri'schen säurefesten Bakterien konnten in den Butterproben nicht nachgewiesen werden.

Die am Besichtigungstage angelieferte Rohmilch enthielt also infektionstüchtige Tuberkelbazillen; dass die an den beiden vorhergehenden Tagen verarbeitete Milch ebenfalls solche enthalten hatte, darf aus den Ergebnissen der Verimpfungen der beiden Butterproben 7 und 8 geschlossen werden. Die Erhitzung der Milch kann an diesen beiden Tagen nur eine niedrige gewesen sein, da am Besichtigungstage die Erhitzung auf 85—86° (Probe 3) genügte, der Milch ihre Ansteckungsfähigkeit zu nehmen.

Bemerkenswerth ist, dass keiner der Molkereiangestellten genau anzugeben vermochte, wie hoch an den beiden Tagen vorher erhitzt wurde; es ist diese Thatsache ein Beleg dafür, wie wenig Werth der sorgfältigen Erhitzung auf bestimmte Temperaturgrade beigelegt wird.

Am Besichtigungstage (in der zweiten Hälfte des September) war die angelieferte Milch ausgesprochen sauer; man darf wohl annehmen, dass dies nicht zufällig nur

an diesem Tage der Fall war, sondern im Laufe des Sommers häufiger vorgekommen ist. Dann kann man aber weiter schliessen, dass in der in Frage kommenden Molkerei gewohnheitsgemäss höchstens auf niedere Temperaturgrade erhitzt wird, weil die sonst häufiger vorgekommenen Verstopfungen der Separatoren den Betriebsleiter gezwungen hätten, die angelieferte Milch regelmässig auf ihre Reaktion zu prüfen. Dass dies nicht geschah, geht schon daraus hervor, dass die saure Reaktion der Milch am Besichtigungstage nicht durch die Molkereiangestellten, sondern durch die Kommissare des Gesundheitsamtes ermittelt wurde.

Hervorgehoben sei noch, dass die Oberschichten der zentrifugirten Butterproben Nr. 7 u. 8 für die Versuchsthiere nicht infektiös waren, während die mit den Bodenschichten geimpften Thiere alle tuberkulös wurden.

Molkereibetrieb zu D.

In der Molkerei zu D. wurden zur Zeit der Besichtigung Kleemann'sche Hochdruckerhitzer und Regenerativ-Apparate benutzt. Dieselben waren nach dem sogenannten Batteriesystem angeordnet, dessen Vortheile und Schattenseiten weiter unten erörtert werden sollen, nachdem die Einzelheiten der Erhitzungsapparate beschrieben sind.

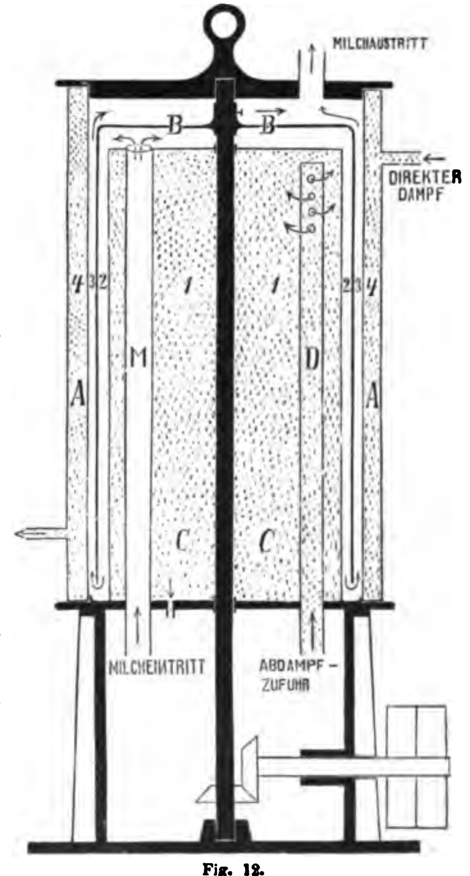


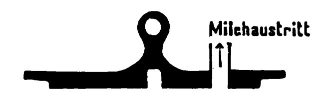
Fig. 12.

Den Grundstock des Erhitzers bildet ein feststehender hohler Cylinder C (Fig. 12—14), in welchen von unten her ein kurz unter der Decke des Cylinders endendes Rohr D hineinragt, das oben geschlossen ist, aber kurz unterhalb der Spitze der seitliche Oeffnungen besitzt. Dieses Rohr dient Dampfzuführung. Ein zweites Rohr M durchzieht den Innenraum von C und endet offen über dessen Deckel. Es leitet die zufliessende Milch in den vom Rührwerk B und dem Cylinder C gebildeten Raum. Durch die Mitte von C verläuft ausserdem die solide Achse des ganzen Apparates, welche durch einen unten befindlichen Antrieb in drehende Bewegungen versetzt werden kann.

Ueber den Cylinder C ist von oben her ein zweiter Cylinder B gestülpt, dem der Boden fehlt. Der Deckel von B ist oben in der Mitte mit der Achse fest verbunden, die Seitenwände erreichen die Verlängerung des Bodens von C nicht ganz, sondern enden frei, so dass der Cylinder B den Umdrehungen der Mittelachse folgen und als Rührwerk dienen kann.

Das Rührwerk B ist wieder umgeben von einem cylinderförmigen, doppelwandigen Mantel A, der sich mit seinem unteren Rande auf die Verlängerung des

Bodens von C aufsetzt. Die obere Oeffnung dieses Mantels wird geschlossen durch den frei aufliegenden Deckel, welcher mittelst Traversen mit der feststehenden Bodenplatte von C verbunden wird.



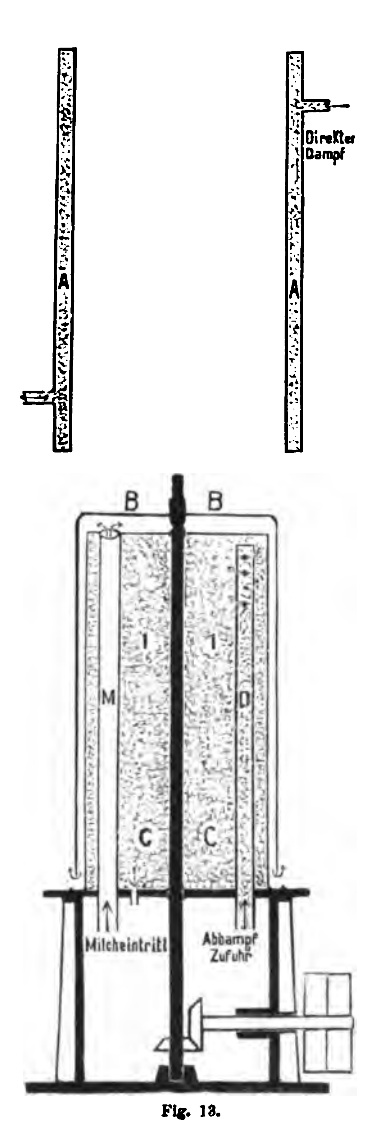


Fig. 13.

Durch die eben beschriebene Anordnung entstehen somit in dem Apparate vier Hohlräume (Fig. 12): der erste im Innern von C, der zweite zwischen C und B, der dritte zwischen B und A und der vierte zwischen den Doppelwandungen von A. Der erste und der vierte sind von einander unabhängig, nehmen jedoch beide Dampf auf, und zwar der erste gewöhnlich Abdampf, der vierte direkten Dampf von der Maschine. Die Räume 2 und 3 dienen als Milchwege, sie stehen mit einander in Verbindung, weil die Ränder der Rührtrommel den Boden nicht ganz erreichen.

Die Milch wird von unten her durch das oben erwähnte Rohr, welches den Cylinder C durchzieht und über dessen Deckel offen endet, in den Erhitzer eingeführt; sie fliesst zwischen der Wand des inneren Dampfraumes, d. h. des Cylinders C, und dem Rührwerk nach unten, biegt hier um die Ränder des Rührwerkes herum und strömt an der Innenwand des äusseren Dampfmantels nach oben, um dort abzufliessen.

Durch die Anordnung, dass die beiden Dampfräume in dem Hochdruckerhitzer vollständig von einander getrennt sind, ist es ermöglicht, den Abdampf der Maschine für sich allein zu verwenden; dass damit unter Umständen eine gewisse Ersparniss erzielt werden kann, ist einleuchtend.

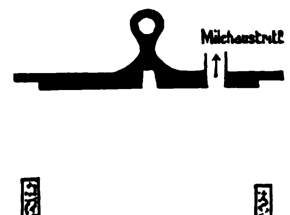
In den Kleemann'schen Regenerativ-Apparaten fliesst in den Räumen, welche in den Hochdruckerhitzern von Dampf ausgefüllt werden, die bereits erhitzt gewesene Milch. Konstruktiv unterscheiden sich beide Arten von Apparaten dadurch, dass in den Regenerativ-Apparaten Raum 1 und 4 mit einander kommuniziren und dass die Wände des äusseren Dampfmantels nicht fest mit einander verbunden sind, sondern zur Reinigung auseinander genommen werden können. Im Uebrigen sind die Hochdruckerhitzer und die Regenerativ-Apparate von gleichem Bau.

Da die Rohmilch nicht unbeträchtliche Mengen Luft enthält, welche bei der Erhitzung zu entweichen strebt, so liegt die Gefahr nahe, dass sich zwischen dem Deckel des Cylinders C und dem Deckel des Rührwerkes Luftkissen bilden, welche zu Störungen in der gleichmässigen Strömung und Erhitzung Veranlassung geben

können. Es sind daher, um dies zu verhindern, in dem Deckel des Rührwerkes zwei kleine Oeffnungen angebracht, welche der etwa angesammelten Luft gestatten, direkt zur Milchaustrittstelle zu gelangen. Diesen Weg werden jedoch nicht nur Luftbläschen sondern auch Milchtheilchen nehmen, welche auf diese Weise den Apparat passiren können, ohne mit den Heizflächen in Berührung gekommen zu sein. Sind eine Anzahl von Apparaten aneinander geschaltet, so ist die Gefahr nicht gross, denn es müsste ein ganz besonderer Zufall sein, wenn es immer dieselben Milchtheilchen wären, die in den einzelnen Apparaten auf diese Weise der Erhitzung entgehen. Bei Verwendung nur eines Hochdruckerhitzers ist jedoch damit zu rechnen, dass kleine Mengen Milch nur soviel Wärme bekommen, als sie in der zur Verfügung stehenden Zeit innerhalb der Regenerativwege in dem zweiten Apparate von den sie umgebenden vollständig erhitzten Milchmengen aufzunehmen vermögen. ist die Milch frei von festen Bestandtheilen, so dürfte diese Zeit meistens genügen, sind jedoch wie z. B. bei Verarbeitung leicht angesäuerter Milch feine Gerinnsel vorhanden oder enthält die Milch, wie bei Eutererkrankungen, halbfeste Partikel, so wird die Wärme nicht hinreichend zur Wirkung kommen, um etwa vorhandene Krankheitserreger zu vernichten.

Nach dem oben geschilderten Aufbau des Erhitzers besteht derselbe aus drei Cylindern, einem geschlossenen (C), einem solchen ohne Boden (B) und einem ohne Boden und Deckel (A) (Fig. 14). Alle drei lassen sich mittelst Hebewerkes unschwer auseinander nehmen, ihre Flächen sind der mechanischen Reinigung überall zugängig. Auch der Deckel des Erhitzers und das innerhalb C verlaufende Milchzuführungsrohr lassen sich mittelst geeigneter Bürsten bequem säubern. Bei den Regenerativ-Apparaten kommen für die Reinigung noch die Innenwand des Cylinders C und die Begrenzungsflächen des Raumes 1 hinzu. Hier sind es also ausser dem Boden und dem Deckel sieben grössere Flächen, die der täglichen Säuberung bedürfen.

Wie schon erwähnt, schaltet die Firma Kleemann & Co. immer mehrere ihrer Apparate aneinander. Es lässt sich dadurch eine beliebige Verlängerung der Milchwege erreichen, die den Vortheil hat, dass die Durch-



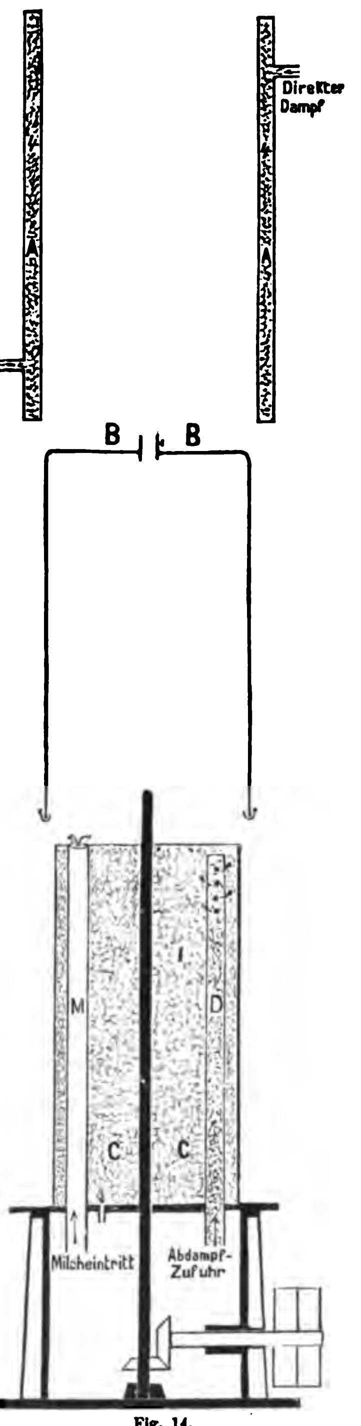


Fig. 14.

flussgeschwindigkeit und damit die Gesammtleistung entsprechend erhöht werden kann. So wurden durch die in der Molkerei zu D. aufgestellten sechs Apparate stündlich 6000 bis 7000 Liter Milch hindurchgeschickt. Weiter hat die Vertheilung der Milchwege auf verschiedene Apparate den Vortheil, dass die Erhitzung der Milch stufenweise geschieht und dass der Unterschied zwischen der Temperatur der Heizfläche und derjenigen der zufliessenden Milch nicht gross zu sein braucht. Die Gefahr des Anbrennens wird durch diese geringe Differenz entschieden vermindert.

Ueber die Frage, ob ein grosser Apparat oder mehrere kleine handlicher sind, kann man verschiedener Meinung sein. Ein Nachtheil des Batteriesystems liegt jedenfalls darin, dass mit jedem Apparate, der mehr eingeschaltet wird, die Schwierigkeiten der täglichen gründlichen Reinigung wesentlich steigen. Schon in Molkereien, in welchen nur ein einziger Apparat benutzt wird, geschieht der Forderung der täglichen und gründlichen Säuberung desselben nicht immer Genüge, um wie viel weniger wird dies der Fall sein, wenn vier oder sechs solcher Apparate mit den zugehörenden Verbindungsröhren gereinigt werden sollen.

Zu diesem Nachtheile kommt hinzu, dass die sorgfältige Regulirung der Dampfzufuhr bei drei Erhitzern ungleich viel mehr Aufmerksamkeit erfordert als eine solche bei nur einem Apparate. Bei dem an Zahl beschränkten Personale, mit welchem wir in den meisten Molkereien rechnen müssen, wird es schwer halten, ein gleichmässiges Arbeiten der einzelnen Erhitzer zu sichern. Berücksichtigt man noch den grösseren Platz, welchen eine Anzahl von Apparaten beansprucht und weiter das grössere Anlagekapital, so kann man doch zweifelhaft werden, ob die oben angeführten Vortheile so schwer in die Wagschale fallen, dass sie allen diesen Nachtheilen das Gegengewicht halten.

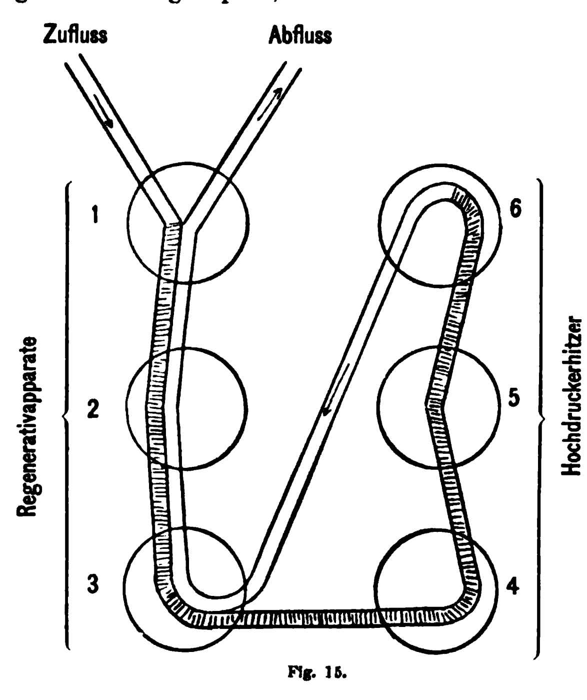


Fig. 15.

Die am Besichtigungstage in der Molkerei angelieferte Gesammtmilchmenge betrug 14860 Liter, davon wurden unerhitzt für den Stadtverbrauch wieder abgegeben 1460 Liter, es gelangten somit 13400 Liter zur Verarbeitung. Diese dauerte 2 Stunden 15 Minuten; die Leistung der aufgestellten Apparate betrug also 6000 Liter in der Stunde.

Um den Verlauf der Milchwege in der Batterie besser verständlich machen zu können, geben wir einen wagerechten schematischen Durchschnitt durch die in D. aufgestellten Erhitzungsapparate. Derselbe dient zugleich zur Erläuterung der Tabelle 5, welche die am Besichtigungstage in den einzelnen Apparaten beobachteten Wärmegrade wiedergiebt.

Die zufliessende Milch strömt also zunächst durch die drei Regenerativ-Apparate 1, 2 und 3, wird hier vorgewärmt und durchfliesst dann der Reihe nach die drei Hochdruck-Erhitzer 4, 5 und 6. Aus Nr. 6 wird die hocherhitzte Milch direkt nach Nr. 3 zurückgeleitet und giebt auf dem Rückwege durch 3, 2 und 1 einen Theil ihrer aufgenommenen Wärme an die zuströmende Rohmilch wieder ab. Die Verbindung der Zuleitungsröhren ist so angeordnet, dass mit Leichtigkeit einzelne Apparate umgangen werden können. So vortheilhaft diese Einrichtung bei etwa nothwendig werdenden Reparaturen ist, so ist sie auf der anderen Seite für das Molkereipersonal ein bequemes Mittel, sich auf Kosten der Erhitzung die Arbeit zu erleichtern.

Tabelle 5.

Zeit	Die zuströmende Milch erreichte Temperaturgrade in den Apparaten						sie floss wieder ab aus 1 mit einer Wärme von	Bemerkungen
	1	2	3	4	5	6		
	Regenerativ-			Dampf-Erhitzung				
6^{20}	—	—	—	—	—	—		Milch- und Dampfzulass
6^{25}	23°	24°	28°	38°	40°	—		
6^{29}	35°	40°	42°	52°	58°	62°	52°	Zirkulations-Betrieb
6^{32}	42°	46°	52°	60°	68°	73°		
6^{35}	51°	55°	62°	68°	78°	86°		
6^{38}	45°	58°	72°	82°	92°	100°	53°	Kontinuirlicher Betrieb
6^{55}	36°	52°	68°	80°	100°	101°		
7^{20}	34°	48°	65°	78°	101°	102°	51,5°	
7^{30}	33°	48°	65°	78°	101°	102°		
7^{48}	36°	49°	65°	78°	101°	102°		
8^{08}	35°	50°	66°	78°	100°	102°	53°	
8^{30}	34°	50°	66°	78°	100°	102°		
8^{48}	35°	49°	64°	75°	97°	99°		
8^{50}	35°	48°	64°	75°	97°	99°		Schluss

Die Temperatur der Milch in dem Rohmilchbassin betrug 17—18°.

Die Erhitzung der Milch ging, wie aus der Tabelle hervorgeht, mit grosser Gleichmässigkeit vor sich; bemerkt muss dabei allerdings werden, dass die Dampfzuführung mit ganz besonderer Sorgfalt regulirt wurde. Gegen Schluss des Betriebes fiel in Folge mangelnden Dampfes die Temperatur etwas ab.

Die beabsichtigte Temperatur wurde mit Ausnahme des Beginnes des kontinuirlichen Betriebes stets schon im zweiten Hochdruckerhitzer (Apparat Nr. 5) erreicht; dieser Thatsache ist, um weitere Ersparnisse an Dampf zu machen, seit unserer Besichtigung insofern Rechnung getragen worden, als man einen Hochdruck-Erhitzer durch einen Regenerativ-Apparat ersetzt hat. Nach uns gewordener Mittheilung soll auch so die gewünschte Erhitzung mit Leichtigkeit erreicht werden.

Recht beträchtlich ist die Wiederausnutzung der in der erhitzten Milch enthaltenen Wärme. Nimmt man die Temperatur der Rohmilch gleich 18° an, so hatte beispielsweise um 8^{08} die aus dem Apparat 6 ausfliessende Milch um 84 Wärmegrade zugenommen (wir vermeiden die Rechnung nach Kalorien, weil die Wärmekapazität der Milch eine schwankende ist), sie verliess den Apparat mit einer Temperatur von 53°,

und hatte daher auf dem Rückflusswege von der aus dem Dampf aufgenommenen Wärme 58 %, von ihrer Wärme überhaupt 48 % wieder abgegeben.

In den auseinandergenommenen Apparaten waren Eiweissniederschläge an den Heizflächen nicht zu bemerken, die im Innern des Cylinders C gelegenen Rohre zeigten jedoch an dem Regenerativ-Apparat 3 einen Belag von Kasein.

Zur bakteriologischen Untersuchung entnahmen wir durchgemischte Rohmilch aus dem Sammelbassin und Magermilch beim Abfluss vom Kühler, ferner Zentrifugenschlamm von zwei verschiedenen Stellen und sodann gesalzene Butter, welche am Morgen des Besichtigungstages fertig gestellt war und aus der am vorhergehenden Tage erhitzten Milch stammte (vergl. Tabelle 29 im Anhang). In den Milchproben und im Zentrifugenschlamm liessen sich Tuberkelbazillen nicht nachweisen, wohl aber in der Butter. Die letztere war bei 40° geschmolzen, dann ausgeschleudert; je 1,0 ccm des Butterfettes war auf 4 Meerschweinchen verimpft (zweien unter die Haut und zweien in die Bauchhöhle), in gleicher Weise wurden vier Meerschweinchen mit dem ausgeschleuderten Rückstand der Butter geimpft.

Von den letzten vier Thieren wurden drei tuberkulös, bei den anderen fünf liessen sich nach der Tödtung weder makroskopisch und mikroskopisch noch durch Weiterverimpfung tuberkulöse Veränderungen nachweisen. Drei Monate später untersuchten wir die Butter, welche sich verhältnissmässig gut gehalten hatte, in gleicher Weise noch einmal. Keines der geimpften Thiere erkrankte an Tuberkulose. Inzwischen hatten wir bei der Molkereileitung zu ermitteln versucht, wie hoch die Milch erhitzt gewesen sei, aus welcher die Tuberkelbazillen enthaltende Butter gewonnen war. In der Antwort verneinte die Betriebsleitung die Möglichkeit, nachträglich die Erhitzungstemperatur festzustellen; sie fügte hinzu, falls in der Butter etwa Krankheitserreger gefunden worden seien, so sei das vielleicht darauf zurückführen, dass die Sahne der vom Stadtverkauf übrig gebliebenen Rohmilch zusammen mit dem Rahm aus der erhitzten Milch verarbeitet worden sei.

Fassen wir die Ergebnisse der Besichtigungen der im Vorstehenden angeführten vier Molkereien zusammen, so kann es selbstverständlich unsere Aufgabe nicht sein, den Werth der einzelnen Apparate gegen einander abzuwägen, wir werden vielmehr zu untersuchen haben, ob die zur Zeit hergestellten Erhitzer im Allgemeinen den oben begründeten Anforderungen zu genügen vermögen.

Die Möglichkeit, grosse Mengen Milch im kontinuirlichen Betriebe auf 100° zu erhitzen, bieten sämmtliche Apparate. Die Technik ist im Stande, in dieser Richtung allen Anforderungen der Praxis nachzukommen, sei es, dass sie je nach den lokalen Verhältnissen grössere Einzelapparate baut oder eine Anzahl kleinerer aneinander reiht.

Auch Schwankungen in der Erhitzungstemperatur der Milch lassen sich, soweit es auf die Apparate ankommt, innerhalb ganz enger Grenzen halten. Es wird nicht mehr, wie es früher der Fall war, an dem Thermometer das Ergebniss der Mischung von überhitzter und nur angewärmter Milch abgelesen, sondern sämmtliche Milchtheilchen bekommen abgesehen von Dauer in gleicher Weise ihren Antheil von der von den Heizflächen ausgehenden Wärme. Die zwangsläufige Führung und die Bewegungen des Rührwerkes geben die Sicherheit, dass jedes Milchtheilchen mit den

Heizflächen in Berührung kommt. Mag die Dauer dieser Berührung auch schwanken, so gross ist sie immer, dass eine gleichmässige Erhitzung der dünnen Milchschichten stattfindet. Allerdings gilt dies nur unter der Voraussetzung, dass saubere, frische und von Thieren mit gesunden Eutern stammende Milch erhitzt wird. Dass die Wärme in der zur Verfügung stehenden kurzen Zeit in Kothbestandtheile und andere Schmutzstoffe der Milch nicht gleichmässig eindringen kann, ist einleuchtend; ebenso dass die feinen Gerinnsel, wie sie sich bei der Erhitzung leicht angesäuerter Milch bilden, der Wärmeeinwirkung mehr Widerstand entgegensetzen als das übrig bleibende Milchserum. Sind aus kranken Eutern Gewebsfetzen oder Eiterpfröpfe in der Milch vorhanden, so werden die äusseren Schichten derselben koaguliren und die Wärme in das Innere nur noch schwer eindringen lassen. Auf die grosse Bedeutung dieser Verhältnisse für die Abtödtung von Krankheitserregern werfen zwei Beobachtungen, welche wir bei unseren Laboratoriumsexperimenten machten und die weiter unten angeführt sind, ein helles Licht. Der Einwand, dass Körper der letzten Art auf den Seihern zurückbleiben und somit gar nicht zur Erhitzung kommen, trifft nicht zu; sie können vielmehr nach unseren Beobachtungen von so schlüpfriger Beschaffenheit sein, dass sie Mulltücher unschwer passiren, sobald die Milch mit mässigem Schwunge aufgegossen wird.

Die Frage, ob die sogenannte momentane Erhitzung auf hohe Temperaturgrade mit folgender tiefer Abkühlung die physikalischen und chemischen Eigenschaften der Milch in eingreifender Weise verändert, ist zur Zeit eines der umstrittensten Gebiete. Die Ergebnisse unserer Untersuchungen über die feineren Veränderungen der Eiweisskörper sollen unten besonders behandelt werden. Grob sinnlich war bei sämmtlichen Besichtigungen zwischen dem Aussehen der erhitzten Milch und der entsprechenden Rohmilch ein Unterschied niemals wahrzunehmen; in Bezug auf den Geschmack vermögen wir uns der vielfach aufgestellten Behauptung, dass die in den Apparaten erhitzte Milch wie die Rohmilch schmecke, nicht anzuschliessen. Wir konnten bei angestellten Vergleichen in allen Fällen beide Milcharten unterscheiden; freilich war die Aenderung des Geschmackes in vielen Fällen eine so geringe, dass es eben des Vergleiches mit der Rohmilch bedurfte, um sie herauszufinden. Einen Kochgeschmack, wie ihn die in der gebräuchlichen Weise im Haushalte erhitzte Milch annimmt, besitzt die Milch nicht, wenn sie nach dem Durchfliessen des Erhitzers sofort tief abgekühlt wird.

Das Anbrennen der Milch lässt sich in den Erhitzern bei aufmerksamem und ordnungsmässigem Betriebe mit Sicherheit vermeiden.

In der Ersparung an Dampf unterscheiden sich die neueren Apparate sehr zu ihren Gunsten von denjenigen älterer Konstruktion. Einmal ist es die bessere Ausnutzung der in dem Dampfe zugeführten Wärmemengen, wie sie durch die grossen Heizflächen und die stete Heranführung neuer Milchtheilchen an diese bedingt wird, dann macht das sogenannte Gegenstromsystem einen beträchtlichen Theil der von der erhitzten Milch aufgenommenen Wärme für die Vorwärmung der frisch zuströmenden Milch wieder nutzbar. Berücksichtigt man noch, dass die abfliessende Milch mit um so geringerer Temperatur auf dem Kühler ankommt, als sie unterwegs Wärme abzugeben vermochte, dass also durch das Gegenstromsystem an Kühlwasser und Be-

wegungskraft für dieses gespart wird, und zieht man weiter in Rechnung, dass bei einem Theile der Apparate der Abdampf der Maschine mit verwendet werden kann, so ist es begreiflich, wenn in manchen Molkereien die Ausgaben für das Heizmaterial beinahe um die Hälfte heruntergegangen sind. Die mechanische Reinigung mittelst Bürsten unter Kontrolle der Augen lässt sich bei sämmtlichen Apparaten bei einigermassen gutem Willen ohne Schwierigkeit durchführen. Es handelt sich fast überall um leicht zugängige Flächen; aber auch die nothwendigen Verbindungs- und Zuführungsrohre sind in solchen Querschnitten und in solchen Formen gehalten, dass passende Bürsten sich bequem durchschieben lassen. Wir freuen uns, die grosse Bedeutung hervorheben zu können, welche die Fabrikanten gerade auf diese Eigenschaft ihrer Apparate legen. Das erste, was die Herren uns gegenüber immer betonten, war die Möglichkeit der leichten Reinigung.

Abschnitt III.

Wie lange bleiben die einzelnen Milchtheilchen in den Erhitzern?

Das wesentlichste Ergebniss der im vorhergehenden Abschnitte geschilderten Beobachtungen ist die Feststellung, dass die Technik zur Zeit im Stande ist, Erhitzungsapparate herzustellen, welche es ermöglichen, grössere Mengen Milch in so kurzer Zeit hoch zu erhitzen, dass der Molkereibetrieb sich in den Vormittagsstunden glatt abwickeln lässt. Mit der Ermittelung dieser Thatsache ist jedoch nur der Boden für die Zweckmässigkeit weiterer Versuche und für die praktische Verwerthbarkeit ihrer Ergebnisse geschaffen, denn die Ermittelung von bestimmten Temperaturgraden, bei welchen tuberkelbazillenhaltige Milch in bestimmter Zeit ihrer Ansteckungsfähigkeit beraubt wird, hat nur dann für den Grossbetrieb einen Nutzen, wenn auch technisch die Möglichkeit gegeben ist, diese Erhitzung im Molkereibetriebe durchzuführen.

Eine allgemeine Klarheit über die Frage, ob etwa in der Milch vorhandene Krankheitserreger während des Hindurchfliessens der Milch durch den Erhitzer abgetödtet werden, liess sich durch Molkereibesichtigungen und durch die angeschlossenen bakteriologischen Untersuchungen der entnommenen Proben kaum herbeiführen, weil die Beschaffenheit des Ausgangsmateriales, die angelieferte Rohmilch, am Beobachtungstage stets unbekannt war und eine künstliche Infektion derselben im praktischen Molkereibetriebe nicht angängig ist. Um auf experimentellem Wege die Frage weiter zu bringen, war es daher erforderlich, zunächst festzustellen, wie lange die einzelnen Milchtheilchen in den verschiedenen gebräuchlichen Erhitzungsapparaten mindestens verweilen. War diese Zeit bekannt, dann konnte man in den Laboratorien zu ermitteln versuchen, wie hoch erhitzt werden muss, damit in der zur Verfügung stehenden Zeit die in der Milch enthaltenen Tuberkelbazillen, welche als die wichtigsten und unter den vegetativen Formen widerstandsfähigsten in erster Linie zu berücksichtigen sind, mit Sicherheit vernichtet werden.

Die Verwendung von Apparaten, welche den in der Praxis benutzten in Grösse, Einrichtung u. s. w. vollständig gleichen, bot noch den Vortheil, dass vergleichende Erhitzungsuntersuchungen mit tuberkelbazillenhaltiger Milch angeschlossen und so die

im Laboratorium im Kleinen gewonnenen Ergebnisse durch Versuche im Grossen kontrollirt werden konnten.

Als Nebenzweck galt gleichzeitig festzustellen, ob die für Wasser ermittelte Durchflusszeit ohne Weiteres auch für Milch zutreffe. Diese Feststellung hatte einen nicht zu unterschätzenden Werth für die Fabrikanten, insofern als ihnen damit die Möglichkeit gegeben wurde, die rechnerisch ermittelte Durchflusszeit experimentell nachzuprüfen. Wenn die Versuche ein handliches Prüfungsverfahren ergaben, das leicht und ohne grosse Kosten mit Wasser durchführbar ist und dessen Ergebniss doch auf Milch angewendet werden kann, dann sind die Fabrikanten in der Lage, für jeden der von ihnen in die Praxis hinausgegebenen Apparate zu sagen, bei der und der Pumpenleistung verweilen die einzelnen Milchtheilchen mindestens so und so lange in dem Erhitzer. Die ganze Milcherhitzungsfrage im Grossbetrieb gewinnt damit den sichern Boden, auf welchem weiter gearbeitet werden kann.

Versuche, die Durchflussgeschwindigkeit in einem Erhitzungsapparate mittelst feinster Körperchen experimentell zu ermitteln, sind, soweit wir die Litteratur übersehen, seither nur von Petri und Maassen angestellt. Die beiden Herren benutzten im Jahre 1894 hierbei einen Kleemann'schen Erhitzer, der aber weder die zwangsläufige Führung der Milch noch die Verlängerung der Milchwege zum Zwecke der Regenerativwirkung besass. Zwei Jahre später wurde ein Versuchsmodell geprüft, in welchem die Milchwege schon nach dem Grundsatze der zwangsläufigen Führung angeordnet waren. Die Ergebnisse der mit Aufschwemmungen von Mangansuperoxydhydrat und Bariumkarbonat in Wasser angestellten Versuche lassen sich dahin zusammenfassen, dass einzelne Theilchen den Apparat in wesentlich kürzerer Zeit passirten, als von der Firma auf Grund der Berechnung aus dem Inhalte des Erhitzers und der Leistung der Pumpe angenommen wurde.

Für unsere Versuche wurden uns von den vier Firmen

Bergedorfer Eisenwerk in Bergedorf,
Maschinenfabrik von E. Ahlborn in Hildesheim,
Maschinenfabrik von W. Lefeldt und Lentsch in Schöningen in Braunschweig,
Vereinigte Sterilisator-Werke Kleemann & Co. in Berlin

in entgegenkommendster Weise Apparate in solcher Grösse zur Verfügung gestellt, wie sie in den Molkereien gebraucht werden. Ebenso beschafften die Firmen die erforderlichen Milchmengen.

Bergedorfer Erhitzer.

Die Versuche fanden in dem neugebauten bakteriologischen Laboratorium des Kaiserlichen Gesundheitsamtes zu Dahlem statt. Benutzt wurde Erhitzer Nr. 1, welcher 100 Liter zu fassen vermag. Eine Beschreibung desselben ist auf Seite 226 gegeben. Für die Versuche wurden an dem Apparate einige kleine Veränderungen angebracht, welche aus der nachstehenden schematischen Darstellung zu ersehen sind.

Um die Zeit feststellen zu können, innerhalb welcher die Milch auf ihre höchste Temperatur gebracht wird, wurde bei B, dem Punkte der höchsten Erhitzung, noch ein Entnahmerohr angebracht. Wir hatten somit die Möglichkeit, die Gesammtzeit,

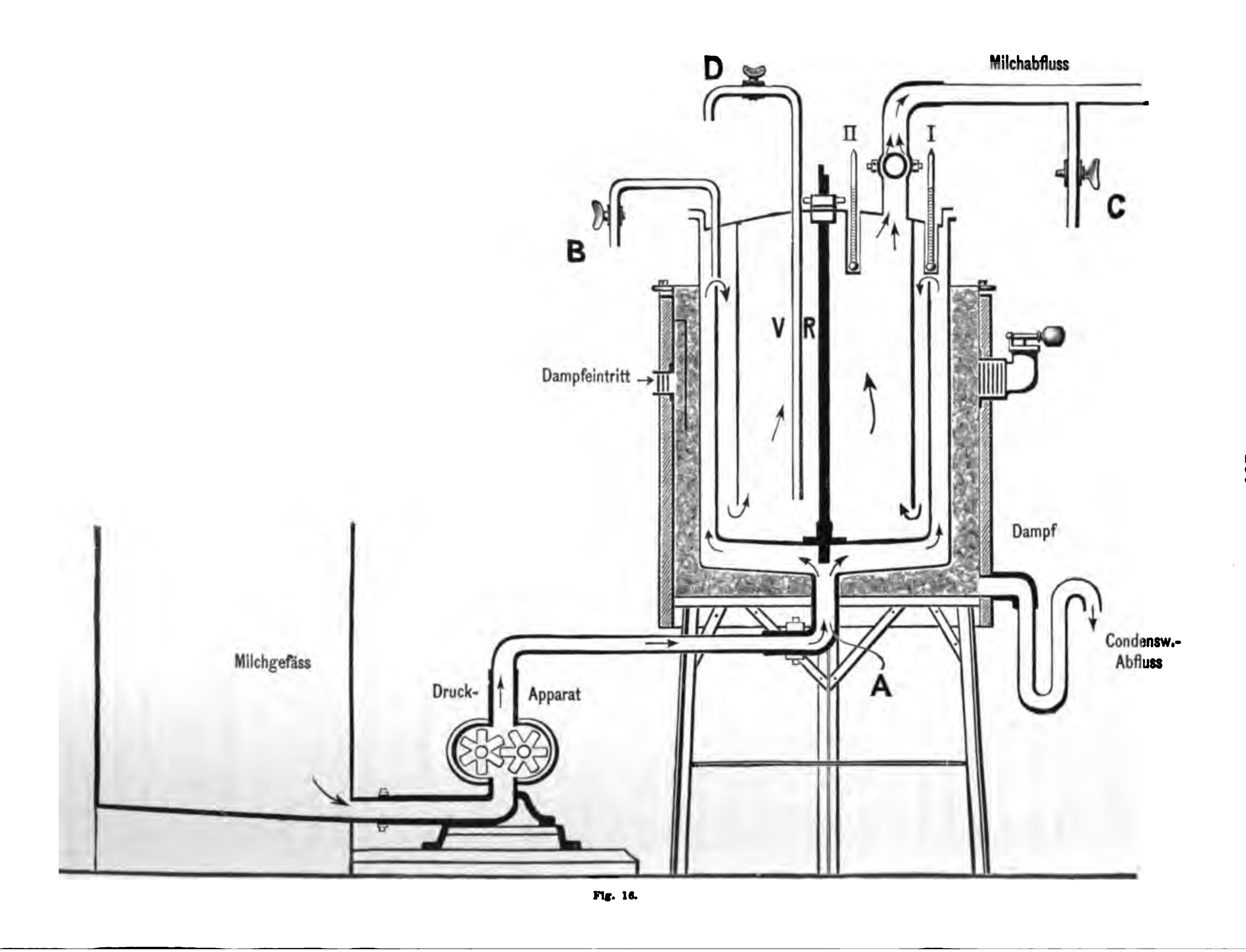

D
Milchabfluss
II
I
C
B
V
R
Dampfeintritt →
Dampf
Condensw.-
Abfluss
A
Milchgefäss
Druck-
Apparat

Fig. 16.

welche die Milch in dem Apparate verweilt, die Zeit, während welcher sie Wärme aufnimmt und somit durch einfache Rechnung auch die Zeit der Wärmeabgabe zu bestimmen.

Dann wurde mitten in dem Apparate von oben her neben der Mittelachse ein enges Rohr (Versuchsrohr VR) bis fast auf den Boden des Sammelraumes eingeführt. Dies geschah aus der Erwägung, dass Schleuderbewegungen, welche durch die plötzliche Querschnittänderung und durch das Aufhören der zwangsläufigen Führung in dem Sammelraume vielleicht entstehen könnten, in dem engen Rohre sich weniger geltend machen würden. Traf unsere Annahme zu, so musste die Entnahme bei D spätere Zeiten für das Erscheinen des Indikators ergeben als bei C. Zu berücksichtigen blieb hierbei allerdings der grössere Reibungswiderstand in dem engen Versuchsrohre, der um so mehr hervortreten musste, je grösser die Adhäsionsfähigkeit und das spezifische Gewicht des verwendeten Indikators war.

Die Förderung der Flüssigkeit durch den Erhitzer geschah mittelst einer Würgelpumpe, welche in neuerer Zeit von der Firma so konstruirt wird, dass sie beliebig eingestellt werden kann. Die Pumpe nimmt fast keinen Schmutz auf und arbeitet in hohem Grade gleichmässig, weil sie die Flüssigkeit nicht voran stösst, sondern nur drückt; es ist dies ein nicht zu unterschätzender Vortheil für solche Einrichtungen, bei welchen es auf die möglichst gleichmässige Strömung ankommt.

Die Pumpe wurde zunächst eingestellt auf eine Stundenleistung von 500 Litern (vor jedem einzelnen Versuche wurde die Leistung der Pumpe durch besondere Messung ermittelt). Nach Angabe der Firma vermag der Apparat die 500 Liter Milch in einer Stunde von 30 auf 102° zu erhitzen. Soll die Milch nur von 30 auf 85° oder von 85 auf 102° gebracht werden, so beträgt die Leistung 1400 beziehungsweise 1200 Liter. Da die Querschnitte der Milchwege dieselben sind, kann diese Mehrleistung, wenn wir von der Erhitzung als solcher hierbei absehen, nur durch eine Steigerung der Durchflussgeschwindigkeit erzielt werden. Bei unserer Versuchsanordnung ermittelten wir also die längste Zeit, da die geringste Durchflussgeschwindigkeit zu Grunde gelegt wurde.

Die Proben wurden bei den Entnahmestellen B, C und D gleichzeitig entnommen; jede Entnahme dauerte drei Sekunden. Als Null wurde derjenige Zeitpunkt bezeichnet, an welchem der Indikator der Flüssigkeit in dem Bassin, aus welchem die Pumpe aufsaugte, zugesetzt wurde. In dem Bassin befand sich am ersten und zweiten Versuchstage Wasser, am dritten Vollmilch, am vierten Magermilch. Vermischt wurde der vorher mit kleinen Mengen Wasser bezw. Milch aufgeschwemmte Indikator mit dem Inhalte des Bassins möglichst rasch und gründlich.

Erster Versuchstag.

Als Indikator diente frisch bereitetes Mangansuperoxydhydrat. Die Pumpenleistung betrug 500 Liter stündlich. Ein Vorversuch ohne Indikator ergab, dass das Wasser an den Entnahmehähnen blank abfloss.

Tabelle 6.

Zeit	Entnahmehahn B	Entnahmehahn C	Entnahmehahn D
nach 15 Sekunden	—	—	—
„ 30 „	+	—	—
„ 45 „		—	—
„ 60 „		—	—
„ 75 „		+	—
„ 90 „			+
„ 105 „			+

Bei B^{30}, bei C^{75} und bei D^{105} war das Mangansuperoxydhydrat in den entnommenen Proben ohne Weiteres mit blossem Auge zu erkennen, während bei D^{90} dasselbe erst unter Zuhilfenahme der Zentrifuge festgestellt werden konnte.

Zweiter Versuchstag.

Für den Versuch a dieses Tages diente frisch gefälltes Bariumkarbonat als Indikator. Die Versuchsanordnung war dieselbe wie am Tage vorher, doch wurde der Nachweis des Bariumkarbonates auf chemischem Wege geführt.

Beim Versuche b diente als Indikator wieder Mangansuperoxydhydrat; die Pumpe wurde aber, um eine langsamere Strömung zu erzielen, soweit gedrosselt, dass die Förderung nur 250 Liter in der Stunde betrug.

a. Tabelle 7.

Zeit	Entnahmehahn B	Entnahmehahn C	Entnahmehahn D
nach 15 Sekunden	—	—	—
„ 30 „	—	—	—
„ 45 „	+	—	—
„ 60 „		—	—
„ 75 „		?	—
„ 90 „		+	—
„ 105 „			?
„ 120 „			?
„ 150 „			?
„ 180 „			+

b. Tabelle 8.

Zeit	B	C	D
nach 30 Sekunden	—	—	nicht entnommen
„ 60 „	+	—	
„ 90 „		—	
„ 120 „		+	

Zu b. Bei Entnahme B^{60} war schon eine solche Menge Mangansuperoxydhydrat vorhanden, dass anzunehmen ist, dass die ersten Spuren sich schon früher hätten nachweisen lassen. Bei der Entnahmestelle C^{120} fanden sich Spuren, von da ab langsam zunehmend.

Dritter Versuchstag..

Zu Grunde gelegt wurde eine stündliche Milchförderung von 475 Litern. Gearbeitet wurde mit Vollmilch; als Indikator dienten Weizen-Steinbrandsporen (Tilletia tritici), welche Herr Regierungsrath Dr. Frh. v. Tubeuf uns in liebenswürdiger Weise überlassen hatte. Die entnommenen Milchproben wurden zentrifugirt, der Rückstand und die Oberschicht mikroskopisch untersucht.

Tabelle 9.

Zeit	Entnahmestelle B	Entnahmestelle C	Entnahmestelle D
nach 15 Sekunden	—	—	—
„ 30 „	+	—	—
„ 45 „		—	—
„ 60 „		+ zahlreich	+ ganz vereinzelt
„ 75 „			+ zahlreich

Vierter Versuchstag.

Benutzt wurde Magermilch. Die stündliche Förderung betrug 500 Liter. Als Indikator diente Lycopodium, in Gummiarabikumlösung aufgeschwemmt. Die entnommenen Proben wurden zentrifugirt, der Rückstand und die Oberschicht mikroskopisch untersucht.

Tabelle 10.

Zeit	Entnahmestelle B	Entnahmestelle C	Entnahmestelle D
nach 15 Sekunden	—	—	—
„ 30 „	—	—	—
„ 45 „	—	—	—
„ 60 „	—	—	—
„ 75 „	+	—	—
„ 90 „		—	—
„ 105 „		—	—
„ 120 „		—	—

Die Ergebnisse des vierten Versuchstages scheiden bei der Beurtheilung aus, weil das Lycopodium selbst in der Aufschwemmung mit Gummiarabikum mit der Milch nur äusserst schwer sich mischt. Fast die gesammte hinzugefügte Menge schwamm trotz ständigen Umrührens in dem Milchgefäss an der Oberfläche. Die klebrige Beschaffenheit des nothwendigen Emulgirungsmittels hinderte ausserdem in den engen Milchwegen die Fortbewegung der einzelnen aufgeschwemmten Theilchen.

Ueberblickt man die Ergebnisse im Allgemeinen, so ergiebt sich, dass einzelne Milchtheilchen innerhalb 30 Sekunden ihre höchste Temperatur erreichen müssen. Diese Zeit steht aber für die Erhitzung selbst nicht einmal vollständig zur Verfügung; es ist von ihr noch die Durchflusszeit vom Milchgefäss durch die Pumpe bis zum

Apparat abzuziehen. Da die Länge des Weges vom Milchgefäss bis zum Erhitzer fast eben so gross ist wie die innerhalb des letzteren von A bis B, und da die aufsteigende Bewegung im Apparate ungefähr gleiche Geschwindigkeit hat wie diejenige im Milchzuführungsrohr, so bleiben nur etwa 15—20 Sekunden übrig, innerhalb welcher ein Theil der Milch von 30° auf 100° erhitzt werden muss. Bei dieser raschen Erhitzung würde es sicher zu einem Anbrennen der Milch kommen, wenn nicht die um die Achse sich bewegende Trommel mit ihren Rührflügeln die Milch zwänge, ausser der aufsteigenden noch eine kreisende Bewegung zu machen. Die Trommel macht nach unseren Feststellungen in der Minute 100 Umdrehungen; in 15—20 Sekunden also 25—33. Aus dem Zusammenwirken der beiden Bewegungsrichtungen und dem Verhältniss der Länge der in einer Sekunde sowohl in senkrechter wie in wagerechter Bewegung zurückgelegten Strecke ergiebt sich als Bahn für die einzelnen Milchtheilchen eine flache Spirale, deren Verjüngungsradius gleich 0 angenommen werden kann.

Der Weg von B nach C wird nach dem Ergebniss des dritten Versuchstages in 30 Sekunden zurückgelegt. Da dieser Weg etwa das anderthalbfache der Strecke A B beträgt, für welch letztere eine Durchflusszeit von 15—20 Sekunden festgestellt wurde, so ergiebt sich hieraus schon, dass die physikalisch nothwendige Stromverlangsamung innerhalb des Sammelraumes nicht von allen Milchtheilchen inne gehalten wird.

Als weiterer Beleg hierfür dient ein Vergleich der Zeiträume, nach welchen die Indikatoren bei den Entnahmestellen C und D auftreten. Fände innerhalb des Sammelraumes eine gleichmässige Fortbewegung aller Milchtheilchen von unten nach oben statt, so müssten die Indikatoren bei C und D sich ungefähr zu gleicher Zeit nachweisen lassen. Dies ist nicht der Fall. Berücksichtigt man, dass die Milchtheilchen von A bis zum Beginn des Sammelraumes in gleicher Weise sich fortbewegen, so ist die Verzögerung, welche in dem Versuchsrohre V R stattfand, eine verhältnissmässig so bedeutende, dass sie durch die grössere Reibung in dem engen Rohre allein nicht bedingt sein kann, sondern sich nur erklärt, wenn man annimmt, dass in dem Sammelraum einzelne Milchtheilchen durch unregelmässige Schleuder- und Wirbelbewegungen rascher vorwärts bewegt werden.

Dass nicht alle Milchtheile an dieser beschleunigten Fortbewegung betheiligt sein können, ergiebt sich weiter aus folgender Erwägung. Die Pumpe fördert in der Stunde 500 Liter, der Apparat hat ein Fassungsvermögen von 100 Litern, theoretisch berechnet müssten also unter der Annahme gleichmässiger Fortbewegung sämmtlicher Milchtheile jedes Milchtheilchen $\frac{100 \times 60}{500}$ min = 12 Minuten in dem Apparate verweilen. Der grosse Unterschied zwischen dieser berechneten Zeit und der experimentell ermittelten erklärt sich nur durch die Bildung von todten Räumen innerhalb des Sammlers. Der grösste Theil des Sammelraumes muss von einer ruhig stehenden Milchmenge ausgefüllt sein, die von einer verhältnissmässig kleinen Strasse rasch fliessender Milch durchzogen wird. Diese Strasse wird ungefähr die Form eines umgekehrten Trichters haben, dessen Basis dem Boden des Sammelraumes und dessen

Spitze dem Anfange des Abflussrohres entsprechen würde. Der von dem Konstrukteur des Apparates angestrebte Zweck, innerhalb des Sammelraumes eine Dauererhitzung stattfinden zu lassen, ist nach den vorstehenden Darlegungen für den grösseren Theil der im kontinuirlichen Betriebe verarbeiteten Milch somit nicht erreicht.

Zur Entscheidung der Fragen, ob die Methoden der Messung der Durchflusszeiten so einfache sind, dass sie von jedem Fabrikanten leicht durchgeführt werden können, und ob die unter Benutzung von Wasser gewonnenen Ergebnisse sich auf Milch übertragen lassen, werden am besten die am ersten und dritten Tage angestellten Versuche herangezogen. Unter der Voraussetzung, dass die Pumpe gleichmässig arbeitet und die einmal gemachte Einstellung beibehält, ist die Messung als solche so einfach, dass sie von jedem einigermaassen eingeschulten, intelligenten Arbeiter vorgenommen werden kann. Das als Indikator benutzte Mangansuperoxydhydrat ist auch in kleinen Mengen mit blossem Auge leicht als solches in dem Wasser zu erkennen, wenn letzteres an und für sich blank ist und der zu prüfende Apparat die Gewähr bietet, dass aus ihm Rosttheilchen, die zu Täuschungen Veranlassung geben können, nicht mitgerissen werden.

Vergleicht man nun die am ersten Versuchstage an den Entnahmestellen B und C gewonnenen Ergebnisse mit denjenigen des dritten Versuchstages, welch letzterer als den praktischen Verhältnissen vollständig entsprechend als Normalversuch angesehen werden kann, so kommen sich die ermittelten Durchflusszeiten so nahe, dass für die Praxis die von Petri und Maassen eingeführte Prüfungsmethode mittelst Mangansuperoxydhydrat und Wasser als hinreichend genau bezeichnet werden kann. Es ist also nach unseren Versuchen den Fabrikanten die Möglichkeit gegeben, jedem Apparate eine Tabelle beizufügen, in welcher für jede Pumpenleistung die Zeiträume verzeichnet sind, die von den einzelnen Milchtheilchen in den Apparaten mindestens verbracht werden.

Bariumkarbonat sowie Lycopodium erwiesen sich weniger geeignet, als Indikatoren zu dienen. Das letztere aus den oben bereits erörterten Gründen, das erstere wegen seines hohen spezifischen Gewichtes, welches dort am meisten in störender Weise zur Geltung kam, wo es sich um ein gleichmässiges Vorwärtsschieben der Milch handelte. Für praktische Verhältnisse kommt noch hinzu, dass der Nachweis kleinster Mengen von Bariumkarbonat, und um solche handelt es sich, da es darauf ankommt, die ersten am Ablaufhahn ankommenden Spuren nachzuweisen, auf chemischem oder spektroskopischem Wege geführt werden muss. Beide Arten des Nachweises sind aber, wenn auch an und für sich nicht schwer, für Laien jedenfalls nicht handlich.

Versuche mit tuberkelbazillenhaltiger Milch im Bergedorfer Erhitzer.

Obgleich die Thierimpfungen, welche wir an die oben geschilderte Besichtigung der Molkerei in A. anschlossen, das Ergebniss gehabt hatten, dass die mit der Rohmilch geimpften Thiere tuberkulös wurden, während die mit erhitzter Milch infizirten gesund blieben, hielten wir es doch, wie oben in der allgemeinen Erörterung schon angeführt ist, für vortheilhaft, die sich uns bietende Gelegenheit zu

benutzen und unter Verhältnissen, die denjenigen in der Praxis vollkommen entsprechen, experimentell zu untersuchen, ob im Grossbetriebe tuberkelbazillenhaltige Milch durch die Erhitzung auf bestimmte Temperaturgrade und in genau abgegrenzter Zeit aufhört, für Meerschweinchen infektionstüchtig zu sein.

Es sei hier vorweg bemerkt, dass bei unseren sämmtlichen Versuchen nur solche Milch benutzt wurde, welche auf natürlichem Wege infizirt war. Wir halten es nicht für angängig, bei derartigen Versuchen, welche auf die Praxis übertragen werden sollen, mit Reinkulturen von Tuberkelbazillen zu arbeiten oder der Versuchsmilch Aufschwemmungen von Tuberkelbazillen enthaltenden Organstücken zuzusetzen.

Unsere Versuchsanordnung war folgende:

Zunächst wurde die Pumpe auf eine stündliche Förderung von 500 Liter im kontinuirlichen Betriebe eingestellt; darauf wurde, sobald in dem Bassin, aus welchem die Pumpe die Milch aufsaugte, noch 50 Liter Milch vorhanden waren, dieser Milchmenge 750 ccm einer Mischmilch von zwei eutertuberkulösen Kühen (vergl. Kuh 3 und 4 Abschnitt IV) zugesetzt und gründlich umgerührt. Wir hatten es dann in der Hand, während der nächsten zehn Minuten, je nach der Hahnstellung am Zu- und Abflussrohr, im kontinuirlichen Betriebe zu entnehmen oder auch im Dauerbetriebe zu arbeiten. Wenn wir mit der ersten Entnahme mindestens zwei Minuten nach der Mischung warteten, bekamen wir nach den vorhergegangenen Geschwindigkeitsmessungen sicher am Abflussrohr Proben der tuberkelbazillenhaltigen Mischmilch wieder.

Zuerst wurde im kontinuirlichen Betriebe gearbeitet und drei Minuten nach der Mischung eine Milchprobe am Abflusshahn entnommen, dann wurde nach einer weiteren halben bezw. ganzen Minute Zu- und Abflusshahn des Erhitzers geschlossen, darauf nach einer, nach zwei und nach drei Minuten je eine Probe am Punkte der höchsten Erhitzung (Hahn B) entnommen. Jede Entnahme umfasste eine solche Menge, dass wir sicher waren, aus dem Innern des Apparates Milch zu bekommen. Bei der ersten Versuchsreihe wurde die Milch auf mindestens 100°, bei der folgenden auf 95°, 90° und 85° erhitzt. In der letzten Reihe, bei der die tuberkelbazillenhaltige Milch mit Magermilch statt mit Vollmilch vermischt wurde, dehnten wir die Dauererhitzung bis auf 5 Minuten aus. Die entnommenen Milchmengen wurden sofort tief abgekühlt.

Die Einzelheiten des Erhitzungsganges ergeben die nachstehenden Tabellen (S. 267).

Von den entnommenen Proben, zu denen noch solche der Rohmilch vor und nach dem Zusatz der tuberkelbazillenhaltigen Milch kamen, wurden je 30 ccm zentrifugirt. Die Rahmschicht und der Zentrifugenrückstand jeder Probe wurden mit je 2 ccm der Mittelschicht des entsprechenden Zentrifugirröhrchens aufgeschwemmt und in Dosen von 1 ccm Meerschweinchen in die Bauchhöhle gespritzt.

Die Versuchsthiere wurden, sofern sie nicht vorher Zeichen von Tuberkulose boten, ungefähr drei Monate nach der Impfung getödtet.

Tabelle 11.

100°

	Zeit	Milchwärme Thermometer I (Aussenzone)	Milchwärme Thermometer II (Innenzone)	Bemerkungen
Kontinuirlicher Betrieb	10h 18′	102°	96½°	10h 18′ Mischung der Milch mit Tuberkelbazillen-haltiger Milch
	nach 30″	101°	96½°	—
	60″	101°	96°	Temperatur der Milch im Milchbassin 40° C
	90″	103°	96½°	—
	120″	103°	97°	—
	150″	103°	97°	—
	180″	101°	98°	10h 21′ Entnahme einer Probe aus Hahn C
	210″	100°	98½°	—
	240″	100°	97°	10h 22′ Abstellung der Pumpe
Dauerbetrieb	270″	102°	96¾°	—
	300″	104°	97½°	10h 23′ Entnahme I (1′) aus Hahn B
	330″	103°	98°	—
	360″	102°	98¼°	10h 24′ Entnahme II (2′) aus Hahn B
	390″	101°	98½°	—
	420″	101½°	98½°	10h 25′ Entnahme III (3′) aus Hahn B

95°

	Zeit	Milchwärme Thermometer I (Aussenzone)	Milchwärme Thermometer II (Innenzone)	Bemerkungen
Kontinuirlicher Betrieb	10h 43′	95°	89½°	10h 43′ Vornahme der Mischung
	nach 30″	„	„	Temperatur der Milch im Mischbassin 40°
	60″	„	„	—
	90″	„	„	—
	120″	„	89°	—
	150″	„	„	—
	180″	„	„	10h 46′ Entnahme einer Probe aus Hahn C
	210″	„	„	10h 46′ 30″ Abstellung der Pumpe
Dauerbetrieb	240″	„	„	—
	270″	„	„	10h 47′ 30″ Entnahme I (1′) aus Hahn B
	300″	„	„	—
	330″	„	89½°	10h 48′ 30″ Entnahme II (2′) aus Hahn B
	360″	„	90°	—
	390″	„	90°	10h 49′ 30″ Entnahme III (3′) aus Hahn B

90°

	Zeit	Milchwärme Thermometer I (Aussenzone)	Milchwärme Thermometer II (Innenzone)	Bemerkungen
Kontinuirlicher Betrieb	11h 8′	90°	85°	11h 8′ Vornahme der Mischung
	nach 30″	„	„	Temperatur der Milch im Mischbassin 40° C
	60″	„	„	—
	90″	„	„	—
	120″	„	„	—
	150″	„	„	—
	180″	„	„	11h 11′ Entnahme aus Hahn C
	210″	„	„	11h 11′ 30″ Abstellung der Pumpe
Dauerbetrieb	240″	„	„	—
	270″	„	„	11h 12′ 30″ Entnahme I (1′) aus Hahn B
	300″	„	„	—
	330″	„	„	11h 13′ 30″ Entnahme II (2′) aus Hahn B
	360″	„	„	—
	390″	„	„	11h 14′ 30″ Entnahme III (3′) aus Hahn B
	420°	91°	86°	—
	450°	91°	86°	11h 15′ 30″ Entnahme IV (4′) aus Hahn B

85°

	Zeit	Milchwärme Thermometer I (Aussenzone)	Milchwärme Thermometer II (Innenzone)	Bemerkungen
Kontinuirlicher Betrieb	9h 56′	85½°	79°	9h 56′ Vornahme der Mischung
	nach 30″	„	„	Temperatur der Milch im Mischbassin 40°
	60″	85°	79½°	—
	90″	85½°	80°	—
	120″	85°	79½°	—
	150″	85½°	„	—
	180″	„	„	9h 59′ Entnahme aus Hahn C
	210″	„	„	9h 59′ 30″ Abstellung der Pumpe
Dauer-Betrieb	240″	85°	„	—
	270″	85½°	„	10h — 30″ Entnahme I (1′) aus Hahn B
	300″	„	„	—
	330″	„	80°	10h 1′ 30″ Entnahme II (2′) aus Hahn B
	360″	85°	„	—
	390″	85½°	„	10h 2′ 30″ Entnahme III (3′) aus Hahn B
	420″	„	„	—
	450″	85°	„	10h 3′ 30″ Entnahme IV (4′) aus Hahn B
	480″	„	80½°	—
	510″	85°	81°	10h 4′ 30″ Entnahme V (5′) aus Hahn B

Tabelle 12.

Impfung am 20. Februar 1901.

Rahmschicht			Rückstand		
Rohmilch vor Zusatz der tuberkelbazillenhaltigen Milch.					
Meerschweinchen Nr. 1 (200 g)		Nr. 2 (175 g)	Meerschweinchen Nr. 3 (205 g)		Nr. 4 (180 g)
379 g[1])	keine Tuberkulose	385 g	385 g	keine Tuberkulose	460 g
Rohmilch nach Zusatz der tuberkelbazillenhaltigen Milch (Mischung 70 : 1).					
Meerschweinchen Nr. 5 (195 g)		Nr. 6 (220 g)	Meerschweinchen Nr. 7 (225 g)		Nr. 8 (205 g)
todtgef. 7. IV.	**Tuberkulose**	todtgef. 3. IV.	todtgef. 6. IV.	**Tuberkulose**	todtgef. 25. IV.
184 g		181 g	213 g		249 g
Auf 100° erhitzte Mischmilch.					
a) Kontinuirlicher Betrieb.					
Meerschweinchen Nr. 9 (210 g)		Nr. 10 (220 g)	Meerschweinchen Nr. 11 (220 g)		Nr. 12 (185 g)
390 g	keine Tuberkulose	390 g	405 g	keine Tuberkulose	460 g
b) Dauererhitzung. 1 Minute.					
Meerschweinchen Nr. 13 (240 g)		Nr. 14 (210 g)	Meerschweinchen Nr. 15 (215 g)		Nr. 16 (225 g)
420 g	keine Tuberkulose	421 g	470 g	keine Tuberkulose	382 g
b) Dauererhitzung. 2 Minuten.					
Meerschweinchen Nr. 17 (220 g)		Nr. 18 (210 g)	Meerschweinchen Nr. 19 (215 g)		Nr. 20 (140 g)
415 g	keine Tuberkulose	468 g	420 g	keine Tuberkulose	355 g
b) Dauererhitzung. 3 Minuten.					
Meerschweinchen Nr. 21 (185 g)		Nr. 22 (190 g)	Meerschweinchen Nr. 23 (170 g)		Nr. 24 (120 g)
435 g	keine Tuberkulose	510 g	todtgef. 1. IV. 01	keine Tuberkulose	
			179 g	Perforationsperitonitis	427 g
Auf 95° erhitzte Mischmilch.					
a) Kontinuirlicher Betrieb.					
Meerschweinchen Nr. 25 (165 g)		Nr. 26 (185 g)	Meerschweinchen Nr. 27 (210 g)		Nr. 28 (230 g)
410 g	keine Tuberkulose	370 g	415 g	keine Tuberkulose	489 g
b) Dauererhitzung. 1 Minute.					
Meerschweinchen Nr. 29 (210 g)		Nr. 30 (205 g)	Meerschweinchen Nr. 31 (205 g)		Nr. 32 (195 g)
380 g	keine Tuberkulose	457 g	370 g	keine Tuberkulose	417 g
b) Dauererhitzung. 2 Minuten.					
Meerschweinchen Nr. 33 (120 g)		Nr. 34 (190 g)	Meerschweinchen Nr. 35 (240 g)		Nr. 36 (150 g)
415 g	keine Tuberkulose	392 g	445 g	keine Tuberkulose	389 g
b) Dauererhitzung. 3 Minuten.					
Meerschweinchen Nr. 37 (240 g)		Nr. 38 (235 g)	Meerschweinchen Nr. 39 (230 g)		Nr. 40 (235 g)
450 g	keine Tuberkulose	454 g	445 g	keine Tuberkulose	324 g

[1]) Gewicht bei der Tödtung.

Rahmschicht			Rückstand		
Auf 90° erhitzte Mischmilch.					
a) Kontinuirlicher Betrieb.					
Meerschweinchen Nr. 41 (160 g)		Nr. 42 (160 g)	Meerschweinchen Nr. 43 (165 g)		Nr. 44 (180 g)
455 g	keine Tuberkulose	340 g	400 g	keine Tuberkulose	405 g
b) Dauerbetrieb. 1 Minute.					
Meerschweinchen Nr. 45 (175 g)		Nr. 46 (155 g)	Meerschweinchen Nr. 47 (160 g)		Nr. 48 (165 g)
280 g	keine Tuberkulose	450 g	280 g	keine Tuberkulose	430 g
b) Dauerbetrieb. 2 Minuten.					
Meerschweinchen Nr. 49 (165 g)		Nr. 50 (185 g)	Meerschweinchen Nr. 51 (160 g)		Nr. 52 (200 g)
419 g	keine Tuberkulose	372 g	330 g	keine Tuberkulose	362 g
b) Dauerbetrieb. 3 Minuten.					
Meerschweinchen Nr. 53 (160 g)		Nr. 54 (160 g)	Meerschweinchen Nr. 55 (160 g)		Nr. 56 (150 g)
352 g	keine Tuberkulose	364 g	363 g	keine Tuberkulose	330 g
b) Dauerbetrieb. 4 Minuten.					
Meerschweinchen Nr. 57 (155 g)		Nr. 58 (225 g)	Meerschweinchen Nr. 59 (150 g)		Nr. 60 (145 g)
304 g	keine Tuberkulose	400 g	327 g	keine Tuberkulose	414 g
Auf 85° erhitzte Mischmilch.					
a) Kontinuirlicher Betrieb.					
Meerschweinchen Nr. 61 (155 g)		Nr. 62 (155 g)	Meerschweinchen Nr. 63 (155 g)		Nr. 64 (135 g)
321 g	keine Tuberkulose	475 g	305 g	keine Tuberkulose	401 g
b) Dauerbetrieb. 1 Minute.					
Meerschweinchen Nr. 65 (150 g)		Nr. 66 (145 g)	Meerschweinchen Nr. 67 (145 g)		Nr. 68 (155 g)
359 g	keine Tuberkulose	391 g	304 g	keine Tuberkulose	385 g
b) Dauerbetrieb. 2 Minuten.					
Meerschweinchen Nr. 69 (175 g)		Nr. 70 (130 g)	Meerschweinchen Nr. 71 (150 g)		Nr. 72 (145 g)
343 g	keine Tuberkulose	348 g	361 g	keine Tuberkulose	485 g
b) Dauerbetrieb. 3 Minuten.					
Meerschweinchen Nr. 73 (195 g)		Nr. 74 (210 g)	Meerschweinchen Nr. 75 (190 g)		Nr. 76 (135 g)
415 g	keine Tuberkulose	340 g	425 g	keine Tuberkulose	402 g
b) Dauerbetrieb. 4 Minuten.					
Meerschweinchen Nr. 77 (120 g)		Nr. 78 (155 g)	Meerschweinchen Nr. 79 (155 g)		Nr. 80 (160 g)
335 g	keine Tuberkulose	405 g	392 g	keine Tuberkulose	348 g
b) Dauerbetrieb. 5 Minuten.					
Meerschweinchen Nr. 81 (155 g)		Nr. 82 (170 g)	Meerschweinchen Nr. 83 (155 g)		Nr. 84 (120 g)
335 g	keine Tuberkulose	360 g	348 g	keine Tuberkulose	310 g

In der von der Firma gelieferten Milch waren Tuberkelbazillen nicht nachweisbar. Von den mit der rohen Mischmilch geimpften vier Thieren gingen drei nach etwa sechs Wochen und das vierte nach neun Wochen an Tuberkulose ein. Die Erhitzung dieser rohen Mischmilch hatte jedoch in allen Fällen hingereicht, ihr die Ansteckungsfähigkeit für Meerschweinchen zu nehmen. Keines der mit der erhitzten Mischmilch geimpften 76 Thiere zeigte auch nur eine Spur von Tuberkulose.

Ahlborn'scher Regenerativ-Erhitzer.

Die nachstehenden Versuche wurden in der Maschinenfabrik von E. Ahlborn in Hildesheim angestellt. Benutzt wurde der im Katalog der Firma als Nr. 2 aufgeführte Erhitzer, welcher ein Fassungsvermögen von 70 Litern besitzt. Eine genaue Beschreibung des Apparates ist oben auf Seite 237 gegeben. Zum Zwecke der Messung der einzelnen Durchflusszeiten wurden bei B, dem Punkte der höchsten Erhitzung, sowie bei A, dem Punkte des Eintritts der Milch in den Apparat, noch besondere Entnahmehähne angebracht, (vergleiche nebenstehenden schematischen Durchschnitt). Um die Regenerativwirkung besser feststellen zu können, befand sich jetzt auch an der Ausflussstelle der Milch, bei C, ein Thermometer (II). Auf den Nachtheil des Fehlens eines solchen bei den in der Praxis verwendeten Apparaten ist oben schon hingewiesen.

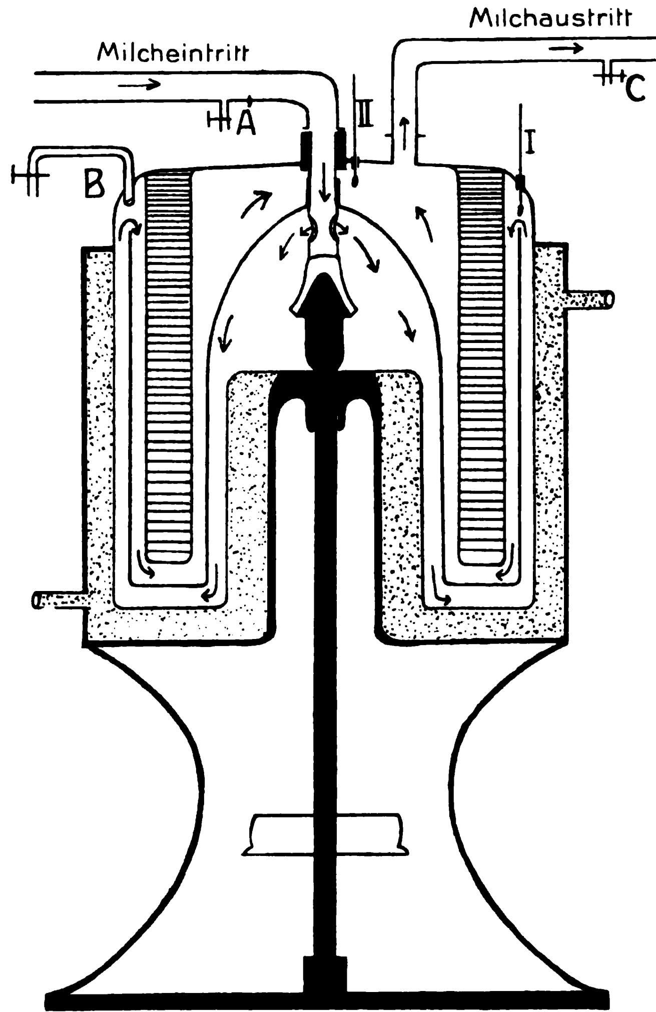


Fig. 17.

Auf Grund der an dem Bergedorfer Erhitzer gewonnenen Ergebnisse wurden bei dem Ahlborn'schen die Messungen nur mittelst Wasser und Mangansuperoxydhydrat und mittelst Vollmilch und Weizenbrandsporen vorgenommen.

Die Förderung der Flüssigkeitsmengen geschah durch eine Kugelventilpumpe mit verstellbarem Hub, deren geringste Leistung auf 800 Liter in der Stunde ermittelt wurde.

Den Versuchen wurde die Mindestleistung der Pumpe zu Grunde gelegt, um die längste Durchflusszeit zu ermitteln. Die Temperatur der durchströmenden Flüssigkeit betrug dabei 85°. Das Rührwerk machte 140 Umdrehungen in der Minute.

Erster Versuchstag.

Zunächst wurde ohne Indikator gearbeitet. Das an den verschiedenen Hähnen entnommene Wasser war vollständig blank und zeigte keinerlei suspendirte Bestandtheile. Dann wurde in dem Bassin, aus welchem die Pumpe aufsaugt, das Mangan-

superoxydhydrat dem Wasser zugemischt und sorgfältig und rasch verrührt; dieser Augenblick ist als Nullpunkt der Zeitbestimmungen angenommen. Die Feststellung der Ergebnisse geschah mit blossem Auge.

Tabelle 13.

Zeit	Hahn A	Hahn B	Hahn C
nach 15 Sekunden	—	—	—
„ 30 „	sehr deutlich	—	—
„ 45 „		—	—
„ 60 „		Spuren	—
„ 75 „		deutlich	—
„ 90 „			—
„ 105 „			—
„ 120 „			—
„ 135 „			—
„ 150 „			deutlich

Der Indikator gebrauchte also vom Mischbassin durch die Pumpe bis zum Apparate 15—30 Sekunden; die genauere Zeit liegt wahrscheinlich näher bei 15 Sekunden, weil bei der Entnahme 30″ in der Probe schon reichliche Mengen des Mangansuperoxydhydrates vorhanden waren. Vom Eintritt in den Erhitzer bis zum Punkte der höchsten Erhitzung (B) wurden etwa 45 Sekunden gebraucht und von hier bis zum Austritte (C) weitere 75 Sekunden. Die einzelnen Theilchen verweilten daher mindestens rund zwei Minuten in dem Apparate. Der Unterschied zwischen der Zeit, welche zum Durchfliessen der Wärmeaufnahmewege (A bis B) und derjenigen, welche zum Durchfliessen der Wärmeabgabewege (B bis C) nöthig war, erklärt sich, abgesehen von dem fortschreitenden Kraftverbrauch durch die Reibung, im Wesentlichen dadurch, dass der unmittelbar vor dem Milchaustritt befindliche Sammelraum grösser ist als der Raum, welchen die Milch beim Eintritt zunächst durchströmt, dass es daher in ersterem zu einer grösseren Stromverlangsamung kommt, da die Form desselben die Bildung von todten Räumen ausschliesst. Bei der Schilderung der Beobachtungen an dem Ahlborn'schen Erhitzer in der Molkerei zu B. ist schon darauf hingewiesen, dass die Regenerativwirkung wahrscheinlich vorwiegend in dem vor dem Milchaustritt gelegenen Sammelraume zu Stande komme; die vorstehenden Messungen geben der obigen Annahme eine weitere Stütze. Für die Erhitzung liegt in diesen Verhältnissen ein Vortheil, weil die einströmende Milch dadurch um so besser vorgewärmt bei den Heizflächen anlangt.

Zweiter Versuchstag.

Gearbeitet wurde mit Vollmilch, als Indikator dienten Weizensteinbrandsporen. Die Versuchsanordnung war dieselbe wie am ersten Versuchstage, nur wurden die entnommenen Milchproben zentrifugirt und der Rückstand und die Oberschicht mikroskopisch untersucht.

Tabelle 14.

Zeit	Hahn A	Hahn B	Hahn C
nach 15 Sekunden	—	—	—
„ 30 „	sehr zahlreiche Sporen	—	—
„ 45 „		—	—
„ 60 „		einzelne Sporen	—
„ 75 „		einzelne Sporen	—
„ 90 „		zahlreiche Sporen	—
„ 105 „			—
„ 120 „			—
„ 135 „			einzelne Sporen
„ 150 „			mittelzahlreiche Sporen
„ 165 „			zahlreiche Sporen
„ 180 „			

Die Ergebnisse des Versuches am zweiten Tage kommen denen des ersten Versuches so nahe, dass eine Erörterung derselben überflüssig erscheint. Auch hier zeigt sich wieder, dass das Untersuchungsverfahren mittelst Wasser und Mangansuperoxydhydrat für praktische Verhältnisse hinreichend genau ist.

Erhitzungsversuche mit dem Ahlborn'schen Erhitzer.

Aus den oben erörterten Gründen benutzten wir die Gelegenheit, auch an diesem Apparate zu prüfen, wie sich Tuberkelbazillen enthaltende Milch der Erhitzung im Grossbetriebe gegenüber verhält. Wir verwendeten dazu 370 Liter Vollmilch. Zunächst wurde der Apparat gefüllt und sein Inhalt auf 100° gebracht, dann wurden den im Rohmilchbassin verbliebenen 300 Litern zwei Liter Milch zugemischt, welche am Abend vorher den eutertuberkulösen Versuchskühen Nr. 3 und 4 in den Ställen des Gesundheitsamtes entmolken war. Nun begann der kontinuirliche Betrieb. Nach drei Minuten, also zu einer Zeit, wo wir auf Grund der vorhergegangenen Geschwindigkeitsmessungen beim Hahn C sicher die Milch aus dem Rohmilchbassin wieder erhalten mussten, wurde die erste Milchprobe bei diesem Hahn entnommen. Nach einer weiteren halben Minute wurde die Pumpe ausgeschaltet, der Hahn am Abflussrohr des Erhitzers geschlossen, und nun noch eine Minute gewartet; dann geschah die zweite Entnahme, und zwar am Hahn B, dem Punkte der höchsten Temperatur.

Bei diesem Vorgehen bekamen wir Proben entsprechend den Verhältnissen in Molkereien und, falls die Erhitzung im kontinuirlichen Betriebe zur Abtödtung der Tuberkelbazillen nicht ausreichen sollte, auch solche vom kontinuirlichen Betriebe plus einer Minute Dauererhitzung. Mit letzterer gingen wir deshalb nicht über eine Minute hinaus, weil die vorhergegangenen Messungen einen verhältnissmässig langen Aufenthalt der einzelnen Milchtheilchen im Erhitzer ergeben hatten.

Die zweite Entnahme geschah abweichend von der ersten nicht beim Hahn C, sondern bei B, weil nur hier die Höchsttemperatur vorhanden war, auf welche der Apparat jedesmal eingestellt wurde.

Von 30 zu 30 Sekunden wurden die Wärmegrade an beiden Thermometern (I = Erhitzungsthermometer, II = Regenerativthermometer) abgelesen. Die Dampfzuführung regulirte der Inhaber der Firma mit solcher Sorgfalt und Vorsicht, dass nur einmal die thatsächlich vorhandene Temperatur von der gewünschten um 1,0° abwich.

In gleicher Weise, wie eben für 100° beschrieben, wurden die Versuche für 95°, für 90° und für 85° angestellt. Die Wärme der Rohmischmilch schwankte dabei zwischen 35 und 40°.

Tabelle 15.

	Erhitzung auf 100°					Erhitzung auf 95°			
	Zeit	Thermometer I	Thermometer II	Bemerkungen		Zeit	Thermometer I	Thermometer II	Bemerkungen
Kontinuirlicher Betrieb	0	100°	76°		Kontinuirlicher Betrieb	0	95°	74°	
	30″	100°	76°			30″	95°	74°	
	60″	100,5°	76°			60″	95°	73°	
	90″	100°	76°			90″	94,75°	72°	
	120″	100°	76,5°			120″	95,25°	71°	
	150″	100°	76,5°			150″	95°	71°	
	180″	100,5°	77°	Entnahme am Hahn C		180″	95°	72°	Entnahme am Hahn C
	210″	100°	77°	Schluss der Hähne		210″	95°	71,5°	Schluss der Hähne
Dauer-Betrieb	240″	99,5°	76°		Dauer-Betrieb	240″	95°	70°	
	270″	99,5°	77°	Entnahme am Hahn B		270″	94,5°	70°	Entnahme am Hahn B

	Erhitzung auf 90°					Erhitzung auf 85°			
	Zeit	Thermometer I	Thermometer II	Bemerkungen		Zeit	Thermometer I	Thermometer II	Bemerkungen
Kontinuirlicher Betrieb	0	90°	71°		Kontinuirlicher Betrieb	0	84°	69°	
	30″	90°	71°			30″	84°	69°	
	60″	90,5°	70°			60″	84°	68°	
	90″	90,5°	70°			90″	84,5°	68°	
	120″	90°	70°			120″	85°	67°	
	150″	90°	69°			150″	85,5°	67°	
	180″	89,5°	69°	Entnahme am Hahn C		180″	85,5°	67°	Entnahme am Hahn C
	210″	90,5°	68°	Schluss der Hähne		210″	85°	67°	Schluss der Hähne
Dauer-Betrieb	240″	90°	68°		Dauer-Betrieb	240″	85°	65°	
	270″	90°	68°	Entnahme am Hahn B		270″	85,5°	65°	Entnahme am Hahn B

Zur Kontrolle entnahmen wir Proben aus der von der Firma gelieferten Milch vor Zusatz der tuberkelbazillenhaltigen, nach Zusatz der letzteren am Beginne und am Schlusse der Versuche. Die Entnahme am Schlusse erschien uns nöthig, weil wir bei der Erhitzung auf 90° und auf 85° der Rohmischmilch etwa 100 Liter bereits auf 100° erhitzt gewesener, aber wieder abgekühlter Milch hatten zusetzen müssen, um der Pumpe ein gleichmässiges Arbeiten zu ermöglichen. Die Ver-

dünnung der tuberkelbazillenhaltigen Milch war daher am Ende der Versuche eine etwas grössere als am Anfang derselben.

Die aus dem Erhitzer entnommenen Proben wurden sofort in Eiswasser gestellt, um eine Nachwirkung der hohen Wärmegrade beim langsamen Abkühlen auszuschalten.

Nach Beendigung der Versuche wurden sämmtliche Proben zwischen Eis verpackt und am nächsten Tage in Mengen von je 30 ccm ausgeschleudert. Der Bodensatz und die Oberschicht wurden dann mit etwas Magermilch desselben Röhrchens aufgeschwemmt und je zwei Meerschweinchen in die Bauchhöhle gebracht. Es wurde also auf diese Weise auf das einzelne Thier der Bodensatz beziehungsweise die Oberschicht von 15 ccm Milch verimpft. Die Ergebnisse der Impfungen sind aus der nachstehenden Zusammenstellung ersichtlich (vergl. ausserdem Tabelle 30 im Anhang).

Probe 1. Von der Firma gestellte Vollmilch. Meerschweinchen 1—4 zeigen bei der Tödtung nach 9 Wochen keine Tuberkulose.

Probe 2. Mischmilch zu Beginn des Versuches. Meerschweinchen 5—8, getödtet nach 6—8 Wochen, bieten das Bild vorgeschrittener Impftuberkulose.

Probe 3. Mischmilch am Schlusse des Versuches. Meerschweinchen 9 und 10, geimpft mit der Oberschichtaufschwemmung, werden tuberkulös; das Thier Nr. 9 geht 21 Tage nach der Impfung an einer anderweitigen, spontanen Infektion ein und zeigt bei der Sektion im Netz und in der Milz beginnende tuberkulöse Veränderungen. Thier 10 wird 9 Wochen nach der Impfung getödtet und bietet das Bild vorgeschrittener Impftuberkulose. Bei den mit Bodensatzaufschwemmung geimpften Thieren Nr. 11 und 12 war bei der 9 Wochen nach der Impfung erfolgten Tödtung eine Tuberkulose nicht festzustellen.

Probe 4. Mischmilch auf 100° erhitzt a) im kontinuirlichen Betrieb, Meerschw. 13—16,
b) im Dauerbetrieb . . . „ 17—20.

Probe 5. Mischmilch auf 95° erhitzt a) im kontinuirlichen Betrieb „ 21—24,
b) im Dauerbetrieb . . . „ 25—28.

Probe 6. Mischmilch auf 90° erhitzt a) im kontinuirlichen Betrieb „ 29—32,
b) im Dauerbetrieb . . . „ 33—36.

Probe 7. Mischmilch auf 85° erhitzt a) im kontinuirlichen Betrieb „ 37—40,
b) im Dauerbetrieb . . . „ 41—44.

Die Meerschweinchen 13—44 wurden mit Ausnahme von Nr. 38, das vorzeitig spontan einging, 9 Wochen nach der Impfung getödtet; keines der 32 Thiere zeigte irgend welche tuberkulöse Veränderungen. Das Durchfliessen des Ahlborn'schen Erhitzers hatte also in allen Fällen genügt, der ansteckungsfähigen Mischmilch ihre Gefährlichkeit für Meerschweinchen zu nehmen.

Regenerativ-Erhitzer „Mors“ von W. Lefeldt und Lentsch.

Die nachstehend geschilderten Versuche wurden in der Fabrik der Firma in Schöningen angestellt. Benutzt wurde der unter Nr. XIII im Kataloge derselben

aufgeführte Apparat, dessen Fassungsvermögen auf 92 Liter ermittelt wurde. Eine genaue Beschreibung des Erhitzers findet sich auf Seite 243. Die Förderung der Pumpe, deren Hub auf Mindestleistung eingestellt war, betrug stündlich 1340 Liter, so dass rechnerisch die Füllung des Apparates 4,1 Minuten beanspruchen musste; die experimentell ermittelte Zeit betrug 4,5 Minuten. Das Rührwerk machte 124 Umdrehungen in der Minute. Die Wärme der geförderten Flüssigkeit betrug im Apparate 90°.

Für die Versuchszwecke waren bei A, der Milcheintrittsstelle, bei B, dem Punkte der höchsten Erhitzung und bei C, dem Orte des Milchaustrittes besondere Entnahmehähne angebracht (vergl. den nebenstehenden schematischen Durchschnitt).

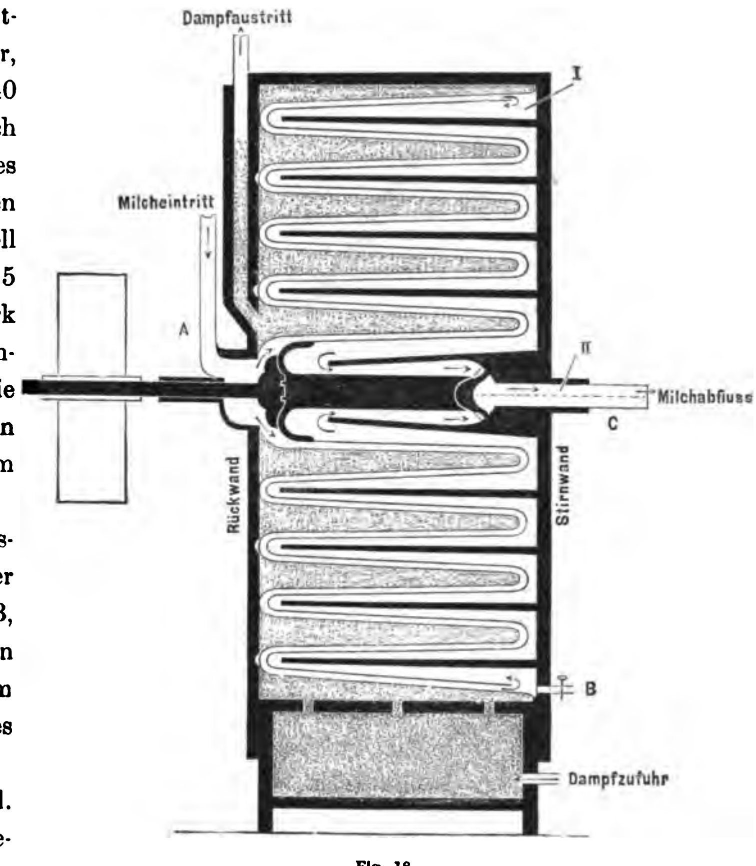


Fig. 18.

Erster Versuchstag.

Als Indikator diente frisch bereitetes Mangansuperoxydhydrat, das in den entnommenen Proben nach längerem Stehen derselben mit blossem Auge festgestellt wurde.

Vor dem eigentlichen Versuche wurden zwei Vorversuche nur mit Wasser ohne Indikator gemacht, um die Sicherheit zu erhalten, dass das benutzte Wasser weder selbst suspendirte Bestandtheile enthielt, welche zu einer falschen Beurtheilung der entnommenen Proben hätten führen können, noch solche Bestandtheile aus dem Erhitzer aufnehmen konnte.

Die Ergebnisse des Versuches 1 sind in der Tabelle 16 (S. 276) enthalten.

Einzelne Theilchen des Indikators legten also den Weg von A bis B, das heisst vom Eintritt in den Apparat bis zum Punkte der höchsten Erhitzung in 45 Sekunden, von B bis C, vom Punkte der höchsten Erhitzung bis zum Austritt aus dem Apparate in 75 Sekunden zurück. Der Unterschied zwischen beiden Zeiträumen ist auch hier wieder begründet durch das grössere Aufnahmevermögen der Regenerativwege gegenüber den Erhitzungswegen und durch die mit der Länge des Gesammtweges zunehmenden Reibungswiderstände.

Tabelle 16.

Zeit	Hahn A	Hahn B	Hahn C
0″	—	—	—
15″	beträchtlich	—	—
30″		—	—
45″		—	—
60″		feinste Spuren	—
75″		etwas mehr	—
90″		noch deutlicher	—
105″		beträchtlich	—
120″			—
135″			feinste Spuren
150″			feinste Spuren
165″			etwas mehr
180″			noch deutlicher
195″			beträchtlich
210″			

Zweiter Versuchstag.

Die Versuchsanordnung war dieselbe wie am Tage vorher. Benutzt wurde jedoch Vollmilch, welcher als Indikator Weizensteinbrandsporen zugesetzt waren. Die entnommenen Proben wurden am nächsten Tage zentrifugirt, der Bodensatz und die Oberschicht mikroskopisch untersucht.

Die Ergebnisse sind in der Tabelle 17 enthalten.

Tabelle 17.

Zeit	Hahn A	Hahn B	Hahn C
0″	—	—	—
15″	zahlreiche Sporen	—	—
30″		—	—
45″		—	—
60″		einzelne Sporen	—
75″		mittelzahlreiche	—
90″			in mehreren Präparaten 1 Spore
105″			ganz vereinzelte Sporen
120″			ganz vereinzelte Sporen
135″			" " "
150″			ganz vereinzelte Sporen
165″			" " "
180″			zahlreicher
195″			starke Zunahme
210″			

Der Befund unter Hahn C beweist, dass die oben erörterten Wirbel- und Schleuderbewegungen auf die Fortbewegung einzelner Theilchen einen bedeutenden Einfluss haben. 75 Sekunden gebrauchten einzelne Sporen zum Passiren des Apparates, während die grosse Masse derselben 165 bis 180 nöthig hatte. Die Wirkung dieser unregelmässigen Bewegungen tritt um so schärfer hervor, je länger der zurückzulegende Weg ist und je mehr das Rührwerk nach Form, Grösse und Umdrehungsgeschwindigkeit im Stande ist, die einzelnen Milchtheilchen mit fortzureissen. Ein Vergleich zwischen Tabelle 16 und Tabelle 17 zeigt weiter, dass die Wirkung der bei den unregelmässigen Bewegungen in Frage kommenden Kräfte um so stärker sich geltend macht, je geringer das spezifische Gewicht der beeinflussten Körperchen ist. Eine geringe Einschränkung bedarf der letzte Vergleich allerdings insofern, als die grössere Feinheit der mikroskopischen Untersuchungsmethode in Rechnung gezogen werden muss.

Berücksichtigt man, dass die Pumpe auf eine stündliche Leistung von 1340 Litern eingestellt war, so ist die Zeitdauer, welche die einzelnen Milchtheilchen in dem „Mors“ verweilen, als eine verhältnissmässig lange zu bezeichnen.

Erhitzungsversuche mit tuberkelbazillenhaltiger Milch.

Im Anschlusse an die Messungen der Durchflusszeit wurde auch beim „Mors“ festzustellen versucht, ob unter Verhältnissen, die dem Grossbetriebe angepasst sind, die Erhitzung auf 100°, 95°, 90° und 85° im kontinuirlichen Betriebe genügt, tuberkelbazillenhaltiger Milch die Ansteckungsfähigkeit zu nehmen. Benutzt wurden 500 Liter frische, amphoter reagirende Vollmilch, welcher tuberkelbazillenhaltige Milch, die am Abend vorher den eutertuberkulösen Versuchskühen Nr. 3 und 4 in den Ställen des Gesundheitsamtes entmolken war, im Verhältniss von 1 : 250 zugesetzt wurde.

Die Vollmilch wurde, bevor sie in das Mischbassin gegossen wurde, mittelst eines dichten leinenen Tuches durchgeseiht. Die infektiöse Zusatzmilch unterschied sich in ihrem Aussehen in keiner Weise von guter Vollmilch.

Mit Rücksicht auf die ermittelte längere Durchflusszeit liessen wir beim „Mors“ den kontinuirlichen Betrieb nach Einstellung auf die gewünschte Temperatur immer vier Minuten arbeiten, bevor beim Hahn C die Probe entnommen wurde. Dann wurde eine halbe Minute weiter gearbeitet und nun die Pumpe ausgeschaltet und der Abflusshahn geschlossen. Nach einer weiteren Minute, also jetzt im Dauerbetriebe, wurden dann am Punkte der höchsten Erhitzung, bei B, Proben entnommen. Wir liessen dabei selbstverständlich immer zunächst einige Sekunden lang aus den Hähnen Milch ausfliessen, bevor in die Entnahmegläser eingefüllt wurde. Der Verlauf der Erhitzung bei den vier Versuchen ist im Einzelnen aus der Tabelle 18 (S. 278) ersichtlich.

Die Schwankungen der Temperaturgrade sind, wie aus den Tabellen hervorgeht, am Punkte der höchsten Erhitzung recht geringe; allerdings stand die Regulirung der Dampfzufuhr ständig unter der Leitung des Oberingenieurs der Firma.

Nach Beendigung der Versuche liessen wir die gesammte Milch noch einmal erhitzen und zwar auf 110°; sie hatte auch dann noch keinen sehr ausgesprochenen

Tabelle 18.

	100°				95°			
	Zeit	Thermometer I	Thermometer II	Bemerkungen	Zeit	Thermometer I	Thermometer II	Bemerkungen
Kontinuirlicher Betrieb	30″	102,5°	89°		30″	95°	73,5°	
	60″	102,5°	89°		60″	96°	73,5°	
	90″	102,5°	82°		90″	96°	65,5°	
	120″	102°	76°		120″	95,4°	65°	
	150″	101°	70°		150″	95,2°	63,8°	
	180″	100,8°	67°		180″	95,3°	62,6°	
	210″	100,4°	65°		210″	95,4°	61,5°	
	240″	100,4°	63°	Entnahme am Hahn C	240″	95°	60,5°	Entnahme am Hahn C
	270″	100,4°	62°	Abstellung der Pumpe	270″	95°	59,5°	Abstellung der Pumpe
Dauer-Betrieb	300″	100,4°	66°		300″	95°	59,8°	
	330″	100,4°	66°	Entnahme am Hahn B	330″	95°	60°	Entnahme am Hahn B

	90°				85°			
	Zeit	Thermometer I	Thermometer II	Bemerkungen	Zeit	Thermometer I	Thermometer II	Bemerkungen
Kontinuirlicher Betrieb	30″	90,2°	75°		30″	85°	70°	
	60″	90,4°	72°		60″	85,4°	66°	
	90″	90°	66°		90″	85°	63°	
	120″	90°	63°		120″	84,8°	61°	
	150″	90°	61°		150″	85°	59°	
	180″	90°	59,6°		180″	85°	58°	
	210″	90,2°	58°		210″	84,8°	57°	
	240″	90°	57°	Entnahme am Hahn C	240″	85°	56°	Entnahme am Hahn C
	270″	90°	56°	Abstellung der Pumpe	270″	84,8°	56,5°	Abstellung der Pumpe
Dauer-Betrieb	300″	90°	56°		300″	85°	55,5°	
	330″	90,2°	57°	Entnahme am Hahn B	330″	85°	56,5°	Entnahme am Hahn B

Kochgeschmack angenommen. In dem darauf geöffneten Erhitzer fand man nur an ganz vereinzelten Stellen Spuren von Eiweissniederschlägen.

Die aus dem Apparate entnommenen Proben wurden sofort in Eiswasser gekühlt, dann zwischen Eis verpackt und am nächsten Tage auf Meerschweinchen verimpft. Vor der Verimpfung wurden von jeder Probe 30 ccm 20 Minuten lang zentrifugirt, die Ober- und Unterschicht zusammen verrührt und mit 3 ccm der Mittelschicht aufgeschwemmt. Von dieser Aufschwemmung bekamen jedesmal drei Meerschweinchen je 1 ccm in die Bauchhöhle gespritzt. Die Thiere wurden, soweit sie nicht vorher eingegangen waren, acht Wochen nach der Impfung getödtet (vergl. Tabelle 31 im Anhang).

Probe 1. Von der Firma beschaffte Vollmilch, verimpft auf Meerschweinchen 1—3. Nr. 2 und 3 gehen einige Tage nach der Impfung ein. Sektionsbefund wie bei Schweineseuche-Infektion. Im Brusthöhlenexsudat polgefärbte Stäbchen. Nr. 1 zeigt bei der Tödtung keine Tuberkulose.

Probe 2. Mischmilch, unmittelbar nach Zusatz der tuberkelbazillenhaltigen Milch am Beginn des Versuches entnommen; verimpft auf Nr. 4—6. Nr. 5 geht wie Nr. 2 und 3 ein und zeigt gleichen Sektionsbefund. Nr. 4 und 6 zeigen bei der Tödtung vorgeschrittene Tuberkulose.

Probe 3. Mischmilch, am Schlusse des Versuchs entnommen, wird verimpft auf Meerschweinchen 7—9. Nr. 7 und 8 werden tuberkulös, Nr. 9 geht wie 2, 3 und 5 vorzeitig und mit gleichem Befunde ein.

Proben 4—7. Mischmilch, die im kontinuirlichen Betriebe auf 100°, auf 95°, auf 90° und auf 85° erhitzt wurde, verimpft auf Meerschweinchen 10—12, 13—15, 16—18 und 19—21. Bei keinem der Thiere ist Tuberkulose nachzuweisen.

Probe 8—11. Mischmilch, die im Dauerbetriebe auf 100°, auf 95°, auf 90° und auf 85° erhitzt wurde, verimpft auf Meerschweinchen 22—24, 25—27, 28—30 und 31—33. Die Thiere sind bei der Tödtung frei von Tuberkulose.

Die Erhitzung im „Mors“ hatte also in allen Fällen hingereicht, der tuberkelbazillenhaltigen Mischmilch ihre Ansteckungstüchtigkeit für Meerschweinchen zu nehmen.

Der Befund von Schweineseuchebakterien in der von der Firma beschafften Rohmilch giebt einen interessanten Hinweis auf die Rolle, welche die Sammelmolkereien auch bei der Verbreitung dieser die Landwirthschaft schwer schädigenden Seuche spielen können.

Hochdruck-Erhitzer der Vereinigten Sterilisator-Werke Kleemann & Co., Berlin.

Die folgenden Versuche wurden in den Versuchsräumen der Firma in Gross-Lichterfelde bei Berlin angestellt. Benutzt wurden zwei aneinander gekuppelte Hochdruck-Erhitzer, deren Fassungsvermögen auf je 54 Liter ermittelt wurde. Eine Beschreibung findet sich auf Seite 251. Wie schon erwähnt, verlegt die Firma die Wiederausnutzung der in der erhitzten Milch enthaltenen Wärme in besondere Apparate; wir sahen jedoch davon ab, solche in den Kreis unserer diesmaligen Untersuchungen mit hereinzuziehen, weil wir über die Wirksamkeit der Kleemannschen Regenerativ-Apparate schon durch anderweitige Beobachtungen hinreichend Klarheit erhalten hatten.

Die Versuchsanordnung war dieselbe, wie sie auf den vorhergehenden Seiten für die Apparate der anderen Firmen beschrieben ist. Zur leichteren Uebersicht findet sich nachstehend eine schematische Zeichnung mit Bezeichnung der Entnahmestellen.

Erster Versuchstag.

Die Pumpenleistung betrug 450 Liter in der Stunde, das Rührwerk machte 200 Umdrehungen in der Minute. Als Indikator diente frisch bereitetes Mangansuperoxydhydrat, gefördert wurde Wasser, dessen Temperatur im Erhitzer 90° betrug.

Bei den Vorversuchen ergab sich, dass der Erhitzer nicht ganz rein sein konnte, denn die bei B, an der Austrittstelle, aufgefangenen Proben enthielten feinste, suspendirte Bestandtheile, anscheinend Rost, während die bei A, der Eintrittstelle, entnommenen Proben blank waren. Da trotz längeren Durchpumpens eine Aenderung nicht eintrat, begannen wir mit dem Versuche, um zu ermitteln, ob es möglich sein würde, auch unter solch ungünstigen Verhältnissen noch ein einigermassen sicheres Urtheil zu gewinnen. Wir waren uns dabei wohl bewusst, dass ein so scharfes Endresultat wie bei den anderen Apparaten sich nicht erzielen lassen würde, aber auf der anderen Seite konnten wir doch hoffen, aus der Zunahme der suspendirten Bestandtheile in den einzelnen aufeinander folgenden Proben genügend Anhaltspunkte für die Messung der Durchflusszeit zu bekommen.

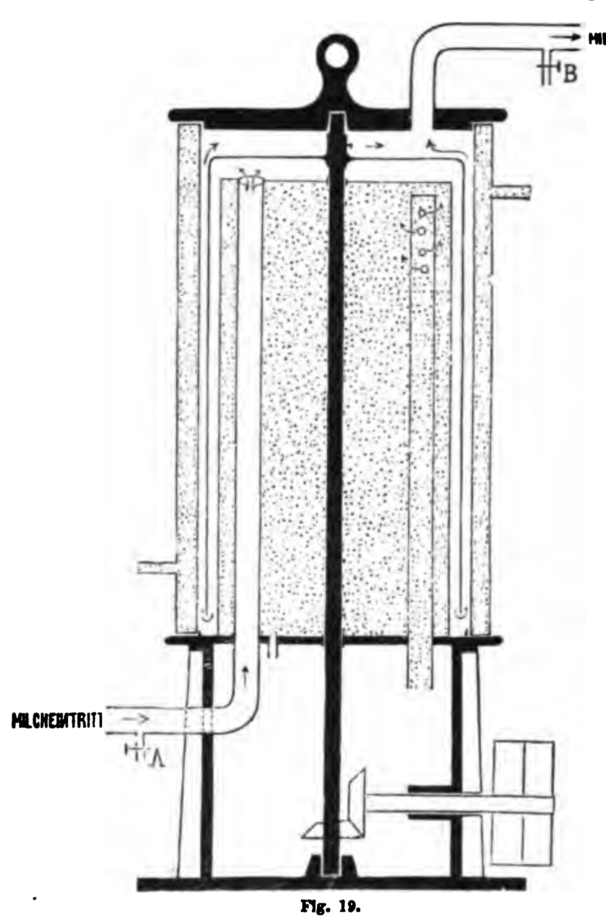


Fig. 19.

In der folgenden Tabelle entspricht Hahn D der Milchaustrittstelle an dem zweiten Erhitzer.

Tabelle 19.

Zeit	Hahn A	Hahn B	Hahn D
0″			
15″	—	—	—
30″	—	—	—
45″	starke Trübung	—	—
60″		zweifelhaft	—
75″		„	—
90″		deutliche Spuren	—
105″		langsam zunehmend	—
120″			—
135″			—
150″			zweifelhaft
165″			„
180″			zweifelhaft
195″			„
210″			deutliche Spuren
225″			langsam zunehmend
240″			

Zwischen 30 und 45 Sekunden gebrauchte der Indikator, um das kurze Stück Rohrleitung vom Mischbassin durch die Pumpe bis zum Apparate zurückzulegen. Einzelne Theilchen des Mangansuperoxydhydrates durchströmten den ersten Erhitzer sicher in 45 Sekunden, eine verhältnissmässig kurze Zeit, wenn man bedenkt, dass die Pumpe nur 450 Liter förderte. Dass am Ausflussrohr des zweiten Erhitzers der Indikator so sehr viel später nachzuweisen war, erklärt sich vorwiegend daraus, dass in dem engen Verbindungsrohre der beiden Erhitzer die Schleuderbewegungen aus dem ersten Apparate sich kaum noch geltend machen können. Die Flüssigkeit ist in dem Verbindungsrohre wieder auf einen kleinen Querschnitt eingeengt und ist damit genöthigt, zwar rascher aber auch gleichmässiger zu fliessen. Dazu kommt die grosse Verdünnung, welche die kleinen Mengen der suspendirten Bestandtheile erleiden, die in der ersten Zeit den Erhitzer 1 passirt haben. Diese Verdünnung erschwert naturgemäss den Nachweis der ersten Spuren des Indikators am Ausflussrohr des zweiten Apparates wesentlich.

Zweiter Versuchstag.

Gefördert wurde Magermilch, die nicht mehr ganz frisch war und bei dem Austritte aus dem Erhitzer eine feinkörnige Gerinnung zeigte. Als Indikator dienten Weizensteinbrandsporen. Die Pumpe hatte eine stündliche Leistung von 370 Litern, das Rührwerk machte 140 Umdrehungen in der Minute. Die Milch wurde in den Erhitzern auf 90° gebracht.

Tabelle 20.

Zeit	Hahn A	Hahn B	Hahn D
0″			
15″	—	—	
30″	—	—	
45″	sehr zahlr. Sporen	—	
60″		einzelne Sporen	
75″		Entnahmeglas zerbrochen	
90″		zahlreiche Sporen	—
105″			—
120″			—
135″			—

Am Entnahmehahn des zweiten Erhitzers (D) wurde auf Grund der am Tage vorher gemachten Messungen erst von 90 Sekunden an entnommen. Ueber 135 Sekunden liessen sich die Entnahmen nicht durchführen, weil der Apparat versagte. Es hatten sich in demselben Luftkissen gebildet, die mitten in dem Versuche eine Zeit lang das Ausströmen von Milch beim Hahn D verhinderten. Der erste Apparat hatte, nachdem er schon gefüllt war, noch einmal geöffnet werden müssen, weil die Stopfbüchse der Achse von dem betreffenden Arbeiter nach dem Reinigen nicht fest

genug wieder angezogen war. Es war dann bei dem zweiten Zusammensetzen des Erhitzers 1 wahrscheinlich Luft in diesem zurückgeblieben und durch die nachdrängende Milch in den Erhitzer 2 gedrückt.

Am zweiten Versuchstage tritt noch mehr als am ersten die Kürze der Zeit hervor, welche die einzelnen Milchtheilchen trotz der sehr geringen Pumpenleistung in dem Erhitzer verweilten. Unseres Erachtens ist dies auf die zahlreichen Umdrehungen des Rührwerkes zurückzuführen, da irgendwie beträchtlichere Querschnittsschwankungen in den Milchwegen nur an der Einflussstelle der Milch vorhanden sind und die Länge der Milchwege durchaus nicht aussergewöhnlich gering ist. Die Kürze der Durchflusszeit ist bei den Kleemann'schen Apparaten insofern von geringerer Bedeutung, als die Firma immer mehrere Erhitzer aneinander schaltet. Trotzdem dürfte eine Herabsetzung der Umdrehungszahl des Rührwerkes sich empfehlen, da ein Anbrennen der Milch sich auch bei weniger Umdrehungen vermeiden lässt, zumal bei dem Batteriesystem die Erhitzung nur stufenweise erfolgt.

Erhitzungsversuche mit tuberkelbazillenhaltiger Milch.

In gleicher Weise wie mit den Apparaten der übrigen Firmen haben wir auch mit dem Kleemann'schen Erhitzer die Abtödtungstemperatur für die in der Milch enthaltenen Tuberkelbazillen zu ermitteln versucht. Zur Infektion der Versuchsmilch, in diesem Falle, wie erwähnt, nicht mehr ganz frische Magermilch, wurde die Milch der beiden eutertuberkulösen Versuchskühe Nr. III und IV im Verhältniss von 1 : 250 benutzt.

Der Gang der Erhitzung ist aus der nachstehenden Tabelle ersichtlich.

Tabelle 21.

	100°					95°			
	Zeit	Milchwärme (am Punkte der höchsten Erhitzung)	Dampfdruck	Bemerkungen		Zeit	Milchwärme	Dampfdruck	Bemerkungen
Kontinuirlicher Betrieb	30″	100° C	0,05 A		Kontinuirlicher Betrieb	30″	95° C	Ohne Druck	
	60″	100°				60″	95°		
	90″	100°				90″	95°		
	120″	100°	0,1 A			120″	95½°		
	150″	99½°				150″	96°		
	180″	100°	0,2 A			180″	95½°		
	210″	100°				210″	95°		
	240″	100½°	0,2 A	Entnahme am Hahn B		240″	95°		Entnahme am Hahn B
	270″	100½°		Abstellung der Pumpe		270″	95°		Abstellung der Pumpe
Dauer-Betrieb	300″	101°			Dauer-Betrieb	300″	94½°		
	330″	102°		Entnahme am Hahn B		330″	94½°		Entnahme am Hahn B

	90°					85°			
	Zeit	Milchwärme	Dampfdruck	Bemerkungen		Zeit	Milchwärme	Dampfdruck	Bemerkungen
Kontinuirlicher Betrieb	30″	92° C			Kontinuirlicher Betrieb	30″	84° C	Ohne Druck	
	60″	94°	0,0 A			60″	83°		
	90″	91°				90″	84°		
	120″	88°	0,1 A			120″	85°		
	150″	89°	0,15 A			150″	85½		
	180″	91°				180″	86°		
	210″	92°	0,0 A			210″	86°		
	240″	91°		Entnahme am Hahn B		240″	85½°		Entnahme am Hahn B
	270″	89°		Abstellung der Pumpe		270″	84½°		Abstellung der Pumpe
Dauer-Betrieb	300″	88°			Dauer-Betrieb	300″	83½°		
	330″	87°		Entnahme am Hahn B		330″	84°		Entnahme am Hahn B

Die entnommenen Proben wurden sofort tief abgekühlt und am Versuchstage noch auf Meerschweinchen verimpft. Vor der Verimpfung wurden 30 ccm jeder Probe 20 Minuten lang zentrifugirt, der Bodensatz mit 4 ccm Flüssigkeit desselben Röhrchens aufgeschwemmt und je 1 ccm der Aufschwemmung drei Meerschweinchen in die Bauchhöhle gespritzt. Die Thiere wurden, soweit sie nicht vorher eingingen, in der neunten Woche nach der Impfung getödtet (vergl. Tabelle 32 im Anhang).

Probe 1. Von der Firma angelieferte Magermilch. Verimpft auf Meerschweinchen 1—3. Nr. 2 geht 2 Tage nach der Impfung ein. Sektionsbefund: Peritonitis. Im Peritonealexsudat kurze, plumpe, unbewegliche Stäbchen, die zum Theil Polfärbung zeigen. Nr. 1 und 3 zeigen bei der Tödtung keine Veränderungen.

Probe 2. Roh-Mischmilch (Magermilch + tuberkelbazillenhaltige Versuchsmilch), beim Beginne des Versuchs entnommen, verimpft auf Meerschweinchen 4—6. Alle drei Thiere gehen nach 2 Tagen ein. Der Befund ist derselbe wie bei Nr. 2.

Probe 3. Dieselbe Mischmilch am Schlusse des Versuches entnommen, verimpft auf Meerschweinchen 7—9. Nr. 7 wird 10 Tage nach der Impfung todt gefunden. Sektionsbefund: etwas ältere Peritonitis, im Exsudat die beim Thier 2 gefundenen Stäbchen. Nr. 8 geht 2 Tage nach der Impfung ein und giebt denselben Sektionsbefund wie Nr. 2. Nr. 9 zeigt bei der Tödtung vorgeschrittene Impftuberkulose.

Probe 4. Mischmilch, erhitzt auf 85°; Entnahme a, vier Minuten nach Beginn des kontinuirlichen Betriebes, verimpft auf Meerschweinchen Nr. 10—12. Entnahme b, kontinuirlicher Betrieb plus 1 Minute Dauererhitzung, verimpft auf Meerschweinchen 13—15. Nr. 11 geht 7 Wochen nach der Impfung an Enteritis ein. Weder dies Thier zeigt tuberkulöse Veränderungen noch die übrigen 5, welche getödtet wurden.

Die mit den auf 90°, 95° und 100° erhitzten Mischmilchproben geimpften 18 Thiere, von denen eins vorzeitig einging, ergaben bei der Sektion ebenfalls keinerlei

tuberkulöse Veränderungen; es hatte also auch in dem Kleemann'schen Apparate die Erhitzung in allen Fällen genügt, der Mischmilch ihre Infektiosität für Meerschweinchen zu nehmen.

Die an den vier Apparaten vorgenommenen Messungen der Durchflusszeit haben in Uebereinstimmung mit den früheren Untersuchungen von Petri und Maassen ergeben, dass ein Theil der die Erhitzer durchströmenden Milch nur eine verhältnissmässig kurze Zeit in diesen verweilt und dass die experimentell ermittelten Zeiträume beträchtlich kürzere sind als diejenigen, welche sich aus dem Verhältnisse der Pumpenleistung zum Fassungsvermögen der Apparate rechnerisch ergeben. Bei der Beurtheilung unserer Versuchsergebnisse ist jedoch zu berücksichtigen, dass wir immer die allerersten an den Ablaufhähnen ankommenden Spuren der Indikatoren als Maasstab angenommen haben, dass die Durchflusszeit der grossen Masse derselben mindestens um Bruchtheile von Minuten länger ist. Zu unserem Vorgehen waren wir schon aus experimentellen Gründen genöthigt, weil eine scharfe Grenze zwischen dem Mehr oder Weniger der an den Entnahmehähnen aufgefangenen Indikatoren sich nicht hätte ziehen lassen und somit an die Stelle der objektiven Feststellung des Endresultates das subjektive Ermessen der Versuchsansteller getreten wäre. Man kann sich ausserdem auf den Standpunkt stellen, dass in diesen den Erhitzer zuerst durchfliessenden kleinen Mengen Milch zufällig eine grössere Zahl von Krankheitserregern vorhanden sein kann, dass daher eine sichere Abtödtung der letzteren nur dann gewährleistet ist, wenn die kürzeste Durchflusszeit der Wärme noch eine genügende Einwirkung gestattet.

Wenn man selbst zugeben wollte, dass für die Beurtheilung der praktischen Verhältnisse das Auftreten der grossen Masse der Indikatoren an den Ablaufhähnen besser zu Grunde gelegt wird, so ist nicht zu vergessen, dass die Pumpen immer auf ihre Mindestleistung eingestellt waren, und dass damit für den Versuch günstigere Verhältnisse geschaffen wurden, als sie in der Praxis vorhanden sind. In gewissem Grade ist selbstverständlich die Durchflusszeit von der Pumpenleistung abhängig; beide stehen in umgekehrtem Verhältniss, je grösser die letztere, desto kleiner bei gleichbleibendem Querschnitt der Milchwege die erstere und umgekehrt. Wenn wir also die Mindestleistung der Pumpe bei den Versuchen zur Anwendung brachten, so bekamen wir eine etwas verlängerte Durchflusszeit. Es geschah diese Versuchsanordnung in der Erwägung, dass damit die oben erörterte relative Kürze der Durchflusszeit ausgeglichen werden sollte; wir glauben auch auf Grund unserer Erfahrung behaupten zu dürfen, dass beide Faktoren sich ungefähr die Waagschale halten, dass daher die von uns ermittelte Durchflusszeit unter praktischen Verhältnissen für die grosse Masse der Milchtheilchen zutrifft.

Die ungleichmässige Bewegung der Milch in den Apparaten wird hervorgerufen durch die Stossbewegungen der Pumpen, durch die Umdrehungen des Rührwerkes und durch die Schwankungen in den Querschnitten der Milchwege. Die gebräuchlichen Pumpen sind entweder Würgel- oder Kugelventilpumpen. Die ersteren arbeiten gleichmässiger, weil sie die Milch nicht voran stossen, sondern drücken, die letzteren sollen aber nach Angabe der Ingenieure in Bezug auf die Hebekraft leistungsfähiger

sein. Wie weit dies zutrifft, vermögen wir nicht zu entscheiden. Jedenfalls ist das ruhigere Arbeiten der Würgelpumpen beachtenswerth, denn je mehr die Schleuderbewegungen der Milch in den Erhitzern vermieden werden, desto besser ist es. Die Kammer der Pumpe ist ausserdem, wie wir uns überzeugen konnten, für die Reinigung leicht zugängig. Da ferner die Leistungen der Pumpe innerhalb gewisser Grenzen bequem regulirt werden können, so dürfte sie dort, wo sie den Anforderungen in Bezug auf die Hebekraft zu genügen vermag, der Kugelventilpumpe vorzuziehen sein.

Die Umdrehungen des Rührwerkes sind dazu bestimmt, das Anbrennen der Milch zu verhüten und immer neue Milchtheilchen an die Heizflächen heranzuführen. Das Erstere wird bei sachgemässer Regulirung der Dampfzufuhr und guter Beschaffenheit der Milch erreicht; das Letztere geschieht bei der Konstruktion der neueren Apparate ebenfalls mit Sicherheit. Fraglich bleibt dabei, ob zur Erreichung dieser beiden Zwecke eine so hohe Zahl von Umdrehungen nöthig ist, wie sie zur Zeit vielfach angewendet wird. Wir haben Erhitzer mit einer niedrigeren Zahl arbeiten sehen und es zeigte sich nach dem Oeffnen derselben nicht eine Spur von Eiweissniederschlägen auf den Heizflächen. Die fliessenden Milchschichten sind in allen von uns untersuchten Apparaten so dünn, dass für eine gleichmässige Durchheizung auch ohne die ausserordentlich rasche Herumschleuderung der Milch hinreichend Gewähr geboten ist. Wir glauben daher, dass man ohne Bedenken mit der Tourenzahl des Rührwerkes heruntergehen kann, allerdings muss, das möchten wir nochmals besonders hervorheben, für eine gute Beschaffenheit der Rohmilch gesorgt sein und das Heizerpersonal muss so aufmerksam arbeiten, dass die Dampfzuführung nicht sprungweise sondern gleichmässig geschieht.

Schwankungen in den Querschnitten der Milchwege lassen sich in den Apparaten nicht ganz vermeiden, jedenfalls muss aber Werth darauf gelegt werden, dass diese Schwankungen möglichst allmählich erfolgen.

Wird seitens der Konstrukteure der Apparate und vor Allem seitens der Betriebsleitungen der Molkereien den drei soeben kurz erörterten Faktoren mehr Beachtung geschenkt, so dürfte sich unseres Erachtens eine grössere Gleichmässigkeit in der Fortbewegung der Milch erzielen lassen und die Sicherheit, dass alle in der Milch vorhandenen Krankheitserreger durch die Erhitzung abgetödtet werden, würde nicht unwesentlich steigen.

Die Ergebnisse der gleichzeitig mit den Messungen der Durchflusszeit angestellten Erhitzungsversuche der tuberkelbazillenhaltigen Milch werden zusammen mit den im folgenden Abschnitte aufgeführten Laboratoriumsexperimenten erörtert werden.

Abschnitt IV.

Wie hoch muss die Milch im kontinuirlichen Betriebe erhitzt werden, um die in ihr enthaltenen Krankheitserreger unschädlich zu machen?

Neben den in den Molkereien gemachten Beobachtungen und neben den mit den Erhitzungsapparaten angestellten Versuchen zogen wir aus verschiedenen Gründen das Laboratoriumsexperiment in ausgiebiger Weise heran.

Zunächst schien es uns erforderlich, zu prüfen, ob eine Tuberkelbazillen enthaltende Milch, welche nach ihrer Erhitzung auf einen bestimmten Wärmegrad Meerschweinchen bei der Einspritzung unter die Haut oder in die Bauchhöhle noch tuberkulös zu machen im Stande ist, auch bei der Verfütterung an höhere Säugethiere diese noch gefährdet. An und für sich ist es nicht unwahrscheinlich, dass die Tuberkelbazillen beim Erhitzen ein Stadium durchmachen, in welchem sie zwar noch nicht abgetödtet aber in ihrer Lebensenergie so geschwächt sind, dass sie ein hohempfängliches Thier wie das Meerschweinchen bei eingreifender Infektion noch krank machen, für andere Thierarten beim Passiren der Verdauungswege aber unschädlich sind. Unsers Erachtens dürfen in diesen Fragen die vermittelst der gewöhnlich gebrauchten Ansteckungsart bei Meerschweinchen gewonnenen Ergebnisse nur mit einer gewissen Vorsicht auf Menschen und höhere Säugethiere übertragen werden. Soviel wie irgend möglich sollten die Versuche an Meerschweinchen ergänzt werden durch Versuche mittelst Verfütterung der erhitzten Milch an Ferkel; man kommt damit den normalen Verhältnissen nicht unwesentlich näher. Derartige Fütterungsversuche sind zwar umständlich und kostspielig, aber ihre Beweiskraft ist, wenn sie sorgfältig durchgeführt wurden, dafür auch grösser als diejenige der Meerschweinchenimpfungen.

Weiter hielten wir es für nöthig, die Verwerthbarkeit unserer Versuche dadurch zu erhöhen, dass wir nicht bloss die Milch einer eutertuberkulösen Kuh benutzten, sondern vergleichende Untersuchungen mit solcher von mehreren Kühen anstellten. Die Unterschiede in den Ergebnissen, welche die Forscher, die sich seither mit der Infektiosität erhitzter tuberkelbazillenhaltiger Milch beschäftigten, bei ihren Untersuchungen gehabt haben, sind zum Theil wohl mit darauf zurückzuführen, dass die von verschiedenen Thieren stammenden Krankheitserreger den schädigenden Einflüssen gegenüber verschieden widerstandsfähig waren, dass die Zahl der vorhandenen Tuberkelbazillen beträchtlich schwankte und dass sie sich unter verschiedenen physikalischen Verhältnissen in der Milch befanden.

Bei der Durchführung des Grundsatzes, ein Urtheil uns nur auf Grund zahlreicher Versuche mit der Milch einer möglichst grossen Zahl eutertuberkulöser Kühe zu gestatten, stiessen wir allerdings auf die Schwierigkeit, dass es gar nicht so leicht ist, derartige Thiere für Versuchszwecke zu beschaffen. Trotz der eifrigen Unterstützung der in Frage kommenden Organe in mehreren Provinzen Preussens und den näher gelegenen Bundesstaaten und trotzdem das Kaiserliche Gesundheitsamt die kranken Thiere gut bezahlte, konnten wir in dem Zeitraume von fast einem Jahre nur zwei für die Versuche taugenden Kühe erwerben. Die Zahl der uns in dieser Zeit gemeldeten Fälle von Eutertuberkulose betrug im Ganzen nur fünf. Auf die Gründe dieser auffälligen Thatsache soll hier nicht weiter eingegangen werden; immerhin steht sie in einem gewissen Widerspruch mit der vielfach behaupteten Häufigkeit der Eutertuberkulose.

Um uns von den Zufälligkeiten der Beschaffung kranker Thiere von auswärts unabhängiger zu machen, sahen wir uns genöthigt, gesunde Thiere durch Einspritzungen tuberkelbazillenhaltigen Materiales in das Gewebe des Euters zu infiziren.

Wir verfolgten mit diesem Vorgehen noch anderweitige wissenschaftliche Zwecke, welche in einer anderen Arbeit später erörtert werden sollen.

Um Wiederholungen zu vermeiden, sei hier vorweg das Verfahren beschrieben, welches wir bei der Erhitzung der Milch in den Laboratoriumsversuchen zur Anwendung brachten.

Wo es sich um die Erhitzung kleinerer Mengen Milch (höchstens 10 ccm) für die Einspritzungen handelte, wurde die Milch vermittelst Pipetten in dünnwandige Reagensgläser gebracht unter sorgfältiger Vermeidung einer Beschmutzung der Seitenwände. In der Mitte der Milch befand sich ein häufig kontrolirtes Thermometer, welches während der Erhitzung in ständiger Bewegung gehalten wurde. Die Bewegung geschah jedoch in der Weise, dass ein Verspritzen einzelner Milchtröpfchen über das Niveau des Wasserbades nicht vorkam (Erhitzungsverfahren 1). Als Wärmequelle dienten Wasser- beziehungsweise Glycerinbäder, deren Temperatur wieder durch Thermometer festgestellt wurde, die sich in der Nähe des eingetauchten Reagensglases und in gleicher Höhe mit dem in diesem steckenden Thermometer befanden.

Bei der Erhitzung grösserer Mengen Milch für die Fütterungsversuche benutzten wir zuerst eine verzinnte Kupferrohrschlange von 8 mm Durchmesser und 0,8 mm Wandstärke (Erhitzungsverfahren 2). Die Schlange fasste 330 ccm. Das Rohr war so gebogen, dass die einzelnen Windungen sich nicht berührten. Die eine Ausflussöffnung befand sich an der unteren, die andere an der oberen etwas nach innen und unten umgebogenen Windung. Beide Ausflussrohre bogen rechtwinkelig um. In dem ersteren war das Thermometer so angebracht, dass seine Spindel mitten in der Milchschicht steckte; in dem zweiten so, dass es unten die Wand der Heizschlange berührte. Eingefüllt wurde die Rohmilch von der unteren Windung aus, entleert wurde die erhitzte Milch unter Zuhülfenahme von erhöhtem Luftdruck aus der oberen. Die Heizschlange wurde nach der Benutzung jedesmal mit Wasser unter vollem Druck der Leitung durchgespült und täglich im strömenden Dampf sterilisirt. Bei der Erhitzung wurde das Wasserbad zunächst 4—5° höher eingestellt, als die Milch erhitzt werden sollte; dann wurde die Heizschlange zur Vorwärmung der Milch einmal rasch eingetaucht. Die Temperatur der Milch stieg hierdurch auf 40—45°, die des Wasserbades sank um 2—3°. Darauf begann erst die eigentliche Erhitzung. Die Vorwärmung der Milch war erforderlich, weil ohne diese die Milch durch die rasche Ausdehnung der in ihr enthaltenen Luft zum grossen Theile aus der Schlange herausgetrieben wurde; ganz vermeiden liess es sich auch bei der Erhitzung von 40 auf 85° nicht, dass etwas Milch heraussprudelte. Aus diesem Grunde waren wir genöthigt, bei der Erhitzung auf höhere Temperaturgrade einen anderen Weg einzuschlagen, der einmal den angeführten Uebelstand vermied und doch gestattete, grössere Mengen Milch in ein bis zwei Minuten genau auf die gewünschte Temperatur zu bringen, der weiter eine gleichmässige Erhitzung aller Milchtheile sicherte und zugleich die Möglichkeit gab, den Gang der Wärmeaufnahme in jedem Augenblicke festzustellen.

Da an dem Grundsatze festzuhalten war, dass die zu erhitzende Milch der Wärmequelle eine möglichst grosse Oberfläche bieten muss, benutzten wir 250 mm lange Reagensgläser von nur 10 mm Durchmesser, welche in einem runden kupfernen

Reagensglasgestell in konzentrischen Ringen angeordnet wurden. An der Achse dieses wurde ein abnehmbarer hölzerner Handgriff angebracht, mittelst dessen das Gestell während der Erhitzung in ständiger Bewegung gehalten wurde. In jedes Reagensglas wurde in der oben beschriebenen Weise (Erhitzungsverfahren 1) 12 ccm Milch eingefüllt, wir hatten somit die Möglichkeit, da unsere Vorrichtung 36 Röhrchen aufnahm, 430 ccm Milch zugleich zu erhitzen. Die Gleichmässigkeit der Erwärmung der einzelnen Milchtheilchen wurde dadurch gewährleistet, dass die Wärme überall in gleicher Weise auf die Oberfläche der Milch einwirken konnte und höchstens Schichten von 5 mm Dicke (gleich dem halben Durchmesser der Reagensgläser) zu durchdringen hatte. Die stete Bewegung der Milch erleichterte ausserdem das Eindringen der Wärme. In je einem Glase des innersten und des äussersten Kreises angebrachte Thermometer liessen die von der Milch erreichte Temperatur genau und leicht kontrolliren.

Während zur Erhitzung der Heizschlange ein mittelgrosses Wasserbad diente, benutzten wir bei dem zuletzt beschriebenen Vorgehen (im Folgenden kurz als Erhitzungsverfahren 3 bezeichnet) einen aussen mit Asbest umgebenen grossen Topf, in welchen 20 kg Glycerin eingefüllt wurden. Letzteres hat vor dem Wasser den Vortheil, dass es die Wärme gleichmässiger aufnimmt und abgiebt und dass man über 100° hinausgehen kann. Glycerin und Wasser wurden während des Versuches fortwährend umgerührt.

Die erhitzte Milch wurde, sobald sie die gewünschte Temperatur erreicht hatte, durch Eintauchen in kaltes Wasser sofort abgekühlt.

Die Erhitzungsversuche sind im Nachstehenden nach den einzelnen Thieren, welche die Milch lieferten, geordnet aufgeführt.

Kuh I.

Die Kuh ist etwa 6 Jahre alt, in gutem Ernährungszustande, ihr Gewicht beträgt beim Ankaufe am 2. VII. 00 527 kg. Nach Aussage des seitherigen Besitzers hatte sie im Februar und April 1900 auf Tuberkulineinspritzungen nicht reagirt; dann im Anfang Mai die Maul- und Klauenseuche durchgemacht und bei einer kurz darauf wiederholten Injektion von Tuberkulin eine Steigerung der Körpertemperatur um mehr als 1° gezeigt.

Die Untersuchung ergiebt eine starke und in mässigem Grade schmerzhafte Vergrösserung des rechten Vorderviertels des Euters; das linke Vorderviertel ist atrophisch und nicht empfindlich; an den Hintervierteln lassen sich Veränderungen nicht feststellen. Die Supramammärdrüsen sind etwas geschwollen. Die Milch der Vorderviertel (täglich links $^1/_2$, rechts 2—3 Liter) ist von gelblicher Farbe, macht aber einen etwas dünnflüssigeren Eindruck als gewöhnliche Milch. Die Milch der Hinterviertel ist normal. Die Gesammtmilch, deren Menge täglich 6—7 Liter beträgt, ist in ihrem Aussehen in keiner Weise von gewöhnlicher Handelsmilch zu unterscheiden, enthält jedoch so massenhaft Tuberkelbazillen, dass ohne Zentrifugirung in jedem Ausstriche in sämmtlichen Gesichtsfeldern zahlreiche gesehen werden. In der Milch des rechten Vorderviertels sind ausserdem viele Eiterkörperchen vorhanden.

An den Lungen lassen sich bei der klinischen Untersuchung Veränderungen nicht nachweisen.

Während der Versuche wurden in der Milch mehrfach Partikel von halbfester Beschaffenheit gefunden, deren Grösse von 1 mm in allen Durchmessern bis zu solchen von 10 mm Länge und 5 mm Breite und Dicke schwankte. Diese Massen waren so schlüpfrig, dass die meisten durch ein engmaschiges Sieb hindurchgingen, sobald die Milch unter stärkerem Strahle aufgegossen wurde. Nach Schüttelung mit Aether blieben kleine Mengen eines rauhen, festen Stützgewebes zurück, welches sich ungefähr wie das Innere eines holzig gewordenen Radieschens anfühlte. Ausstrichpräparate von Durchschnitten liessen Tuberkelbazillen und Streptokokken erkennen. Die mikroskopische Untersuchung von Stücken, welche in 4% Formaldehyd gehärtet und in Paraffin eingebettet waren, ergab folgende Bilder: Das Gewebe besteht aus Rundzellen, die hie und da von spärlichen Bindegewebszügen unterbrochen sind. Riesenzellen werden nicht gefunden. In einem Theile der Schnitte befinden sich scharf abgegrenzte runde Herde, in denen dicht verfilzte Haufen von Streptokokken liegen (Taf. X, Fig. 1 u. 2), in einem anderen Theile verbreiten sich die Streptokokken von diesen Herden aus diffus über das benachbarte Gewebe (Tafel X, Fig. 3). Ueberall liegen in dem ganzen Gewebe zerstreut Tuberkelbazillen einzeln oder zu mehreren angehäuft (Tafel X, Fig. 4). Während der Beobachtungszeit befand die Kuh sich anscheinend wohl, die Fresslust war durchweg gut. Das Körpergewicht ging zwar von 527 kg am 2. VII. auf 507 kg am 17. VII. herunter, hob sich dann aber wieder bis zum 26. VII. auf 523 kg. Die Körperwärme ist in der auf Tafel IX befindlichen Kurve wiedergegeben.

Am 26. VII. wurde das Thier getödtet. Bei der Sektion zeigten sich die beiden Vorderviertel des Euters ebenso wie die vergrösserten supramammären Lymphdrüsen überall mit hirsekorn- bis erbsengrossen gelben Knötchen durchsetzt. Einzelne solcher Knötchen waren auch im rechten Hinterviertel nachweisbar, während das linke Hinterviertel bei makroskopischer Betrachtung gesund erschien. Der Ueberzug der Organe der Bauch- und Brusthöhle, die Drüsen dieser Körperhöhlen und einzelne Stellen der Organe selbst boten das Bild älterer und frischer Tuberkulose.

Mit der Milch der eben beschriebenen Kuh wurden folgende Versuche angestellt:

Versuch a. 28. VI. 00. Erhitzungsverfahren 1.

Meerschweinchen 1 und 2 erhalten je 0,5 ccm Milch aus dem rechten Vorderviertel in die Bauchhöhle, Meerschweinchen 3 und 4 dieselben Mengen unter die Haut gespritzt. Bei der Tödtung nach etwa 6 Wochen zeigen die Thiere vorgeschrittene Tuberkulose.

3 ccm derselben Milch werden erhitzt. Temperatur des Wasserbades 85°, Wärme der Milch nach 70 Sekunden 81°, nach 80 Sekunden 82°, Herausnahme der Milch nach weiteren 40 Sek. Die Milch ist also 50 Sek. auf mehr als 81° erhitzt gewesen. Sofortige Abkühlung auf 20° in 60 Sek. Meerschweinchen 5 und 6 erhalten je 0,5 ccm intraperitoneal, Nr. 7 und 8 ebensoviel subkutan. Bei der Tödtung nach 11 Wochen ist von Tuberkulose nichts nachweisbar.

Weitere 3 ccm derselben Milch werden erhitzt. Temperatur des Wasserbades 90—91°. Die Milch zeigt nach 40 Sek. 85°, nach 60 Sek. 88°, nach 70 Sek. 90°. Herausnahme bei dieser Temperatur und Abkühlung innerhalb 100 Sek. auf 18°. Meerschweinchen 9 und 10 werden je 0,5 ccm in die Bauchhöhle, 11 und 12 je 0,5 ccm unter die Haut gespritzt. Bei der Tödtung nach 3 Monaten erweisen sich alle vier Thiere als gesund.

Meerschweinchen 13—16 werden in gleicher Weise mit Milch infizirt, die auf 98 und 99° erhitzt wurde. Temperatur des Wasserbades 99,5°, der Milch nach 50 Sek. 98°, nach 60 Sek. 99°. Herausnahme nach weiteren 20 Sek. und Abkühlung auf 20° in 85 Sek. Bei der Tödtung nach 3 Monaten erscheinen sämmtliche Organe der Thiere normal.

Bei diesem Versuche hatte also die 50 Sek. dauerde Erhitzung auf 81 bis höchstens 85° genügt, die in der Milch enthaltenen Tuberkelbazillen für Meerschweinchen unschädlich zu machen.

Fünf Tage später wurde mit der Mischmilch aus sämmtlichen Strichen der Kuh ein weiterer Versuch angestellt.

Versuch b. 3. VII. 00. Erhitzungsverfahren 1.

Meerschweinchen 1 und 2 erhalten je 1,0 ccm Milch intraperitoneal bezw. subkutan.

Bei der Tödtung nach 6 Wochen vorgeschrittene Tuberkulose.

5 ccm Milch werden erhitzt. Temperatur des Wasserbades 85°, Erwärmung der Milch auf dieselbe Temperatur in 93 Sek., Herausnahme und sofortige Abkühlung auf 22° in 60 Sek. Meerschweinchen 3 und 4 wird je 1,0 ccm der erhitzten Milch in die Bauchhöhle, 5 und 6 je ebenso viel unter die Haut gespritzt. Bei der Tödtung nach 6—7 Wochen erweisen sich die Thiere ebenfalls als tuberkulös, jedoch war die Tuberkulose nicht soweit vorgeschritten, als bei den Kontrollthieren.

Hier hatte die Erhitzung die Virulenz der Tuberkelbazillen zwar herabgesetzt aber nicht aufgehoben.

Versuch c. Fütterungsversuch an Ferkel vom 9.—23. VII. 00. Erhitzungsverfahren 2.

An Ferkel 1 (Gewicht am 9. VII. 10,5 kg) und an Ferkel 2 (Gewicht am 9. VII. 14,25 kg) werden vom 9. VII. an 14 Tage lang täglich je 250 ccm frische rohe Mischmilch aus sämmtlichen Strichen der Kuh in besonderen Glasschalen verfüttert. Die Fütterung geschieht vormittags; bis eine Stunde nach der Fütterung bekommen die Thiere kein anderes Futter.

Ferkel 3 (Gewicht am 9. VII. 8,25 kg) und Ferkel 4 (Gewicht 10,75 kg) werden in gleicher Weise behandelt, jedoch wird Milch benutzt, welche 24 Stunden gestanden hat und sauer geworden ist.

Ferkel 5 und 6 (Gewicht 10 und 9 kg) erhalten wieder frische Mischmilch, die aber vorher erhitzt war. Wasserbad 89—90°. Vorwärmung der Milch in der Heiz-

schlange auf 40°. Die Erhitzung der Milch auf 85° geschieht durchschnittlich in 60 Sek. Die sofortige Abkühlung auf 20—25° erfordert etwa 60 Sek.

Die drei Ferkelpaare werden jedes in einer Boxe gehalten und zwar in der Weise, dass zwischen zwei besetzten Boxen immer eine leere liegt.

Ferkel 1.

Das Thier befand sich während der Beobachtungszeit wohl. Seine Körperwärme schwankte zwischen 39 und 40°. Das Gewicht betrug am 18. VIII., dem Tödtungstage, 17 kg. Das Thier hatte also in den 40 Tagen seit dem Beginne der Fütterung 6,5 kg zugenommen. Die Sektion ergab: geringe Vergrösserung und markige Schwellung der linken Kehlgangsdrüse. Speiseröhre, Magen und Dünndarm ohne Veränderungen, Follikel des Dickdarmes etwas vergrössert, auf einzelnen eine dellenförmige Vertiefung; im unteren Theile des Darmes ein geschwürig zerfallener Follikel mit reinem Grunde und wallartigen Rändern. Sämmtliche Mesenterialdrüsen sind vergrössert, einzelne bis zu Haselnussgrösse; auf dem Durchschnitte zeigen sie gelbliche Flecken und Streifen. In dem Ausstriche aus einer solchen Drüse lassen sich mikroskopisch Tuberkelbazillen nachweisen. Die übrigen Organe zeigen makroskopisch keine Veränderungen. Ein mit einem Stückchen Mesenterialdrüse geimpftes Meerschweinchen wird nach vier Wochen getödtet und zeigt vorgeschrittene Tuberkulose.

Ferkel 2.

Das Thier zeigt während der Beobachtungszeit keinerlei Krankheitserscheinungen. Die Körperwärme schwankt zwischen 39 und 40°. Am Tödtungstage, dem 4. IX., beträgt das Gewicht 30 kg. Innerhalb 8 Wochen hat das Thier um 16 kg zugenommen.

Sektionsbefund: Kehlgangsdrüse links pfirsichgross, auf dem Durchschnitte punkt- und herdförmige, gelbgraue Stellen. Die übrigen Halsdrüsen und die Bronchialdrüsen bis zur Haselnussgrösse geschwollen, auf dem Durchschnitte sehr saftreich. Die Mesenterialdrüsen bilden eine zusammenhängende Kette haselnussgrosser Knoten; die dem unteren Theile des Dünndarmes entsprechenden zeigen auf dem Durchschnitte beginnende Verkäsung.

In den übrigen Organen lassen sich tuberkulöse Veränderungen nicht nachweisen.

Ausstriche aus den veränderten Drüsen zeigen bei der mikroskopischen Untersuchung Tuberkelbazillen; mit Drüsenstückchen geimpfte Meerschweinchen hatten bei der 4 bis 6 Wochen nach der Impfung erfolgten Tödtung vorgeschrittene Tuberkulose.

Ferkel 3.

Zunahme während der sechs Wochen dauernden Beobachtungszeit 9,5 kg. Die Sektion ergiebt tuberkulöse Veränderungen der Hals-, Bronchial- und Mesenterialdrüsen. Die übrigen Organe makroskopisch gesund. In den Drüsen werden Tuberkelbazillen mikroskopisch und durch den Thierversuch nachgewiesen.

Ferkel 4.

Zunahme während der acht Wochen dauernden Beobachtungszeit 19 kg. Sektionsbefund wie bei Ferkel 3, nur sind die Veränderungen in einzelnen Drüsen etwas weiter vorgeschritten.

Ferkel 5.

Zunahme während der sechs Wochen dauernden Beobachtungszeit 7 kg. Die Sektion ergiebt geringe Vergrösserung und markige Schwellung der Kehlgangs-, der Bronchial- und der Mesenterialdrüsen. Die übrigen Organe zeigen makroskopisch keine Veränderungen. In den Ausstrichen aus den Drüsen lassen sich mikroskopisch Tuberkelbazillen nicht nachweisen. Die mit Stückchen der Mesenterialdrüsen geimpften Meerschweinchen werden drei Monate nach der Impfung getödtet, sie erweisen sich als gesund. Das mit einem Stück Kehlgangsdrüse an der Schulter geimpfte Meerschweinchen wird irrthümlich 27 Tage nach der Impfung getödtet; die Impfstelle ist vernarbt, doch zeigt die Narbe und ihre Umgebung beim Einschneiden reichliche Gefässbildung und geringe Schwellung. Die Achseldrüse der Impfseite ist grösser als diejenige der anderen Seite. Die Milz ist etwas vergrössert und macht in ihren Randpartien den Eindruck einer stärkeren Körnung. Die übrigen Organe erscheinen gesund. In den Ausstrichen aus der vergrösserten Achseldrüse und aus der Milz können mikroskopisch Tuberkelbazillen nicht nachgewiesen werden. Je zwei Meerschweinchen werden mit Drüsensubstanz und mit Milz subkutan geimpft; die beiden ersten werden tuberkulös, die beiden letzten nicht.

Ferkel 6.

Zunahme während der acht Wochen dauernden Beobachtungszeit 17,5 kg. Die Sektion ergiebt ähnliche Veränderungen wie bei den entsprechenden Ferkeln Nr. 2 und 4, doch sind die Veränderungen nicht so weit vorgeschritten wie bei diesen Thieren. Im Ausstriche aus einer Kehlgangsdrüse werden Tuberkelbazillen nachgewiesen.

Während in dem Versuche a die 50 Sekunden andauernde Erhitzung auf 81 bis höchstens 85° genügt hatte, die in der Milch enthaltenen Tuberkelbazillen für Meerschweinchen unschädlich zu machen, hatte in dem Versuche b die innerhalb 93″ vollzogene Erhitzung auf 85° dazu nicht hingereicht. Ebenso müssen in der auf 85° erhitzten Fütterungsmilch noch ansteckungsfähige Tuberkelbazillen vorhanden gewesen sein. Die Versuchsanordnung war in den Versuchen a und b dieselbe und die Thatsache, dass in Versuch a nur Milch aus dem rechten Vorderviertel des Euters benutzt wurde, während in den Versuchen b und c die Mischmilch aus allen vier Strichen der Kuh zur Erhitzung kam, vermag den Unterschied in den Ergebnissen nicht zu erklären. Der Grund scheint uns vielmehr in dem zeitweiligen Vorhandensein jener oben beschriebenen halbfesten, tuberkelbazillenhaltigen Massen in der Milch zu liegen; diese liessen in der kurzen Erhitzungszeit die Wärme nicht hinreichend in sich eindringen und von ihrer zufälligen Anwesenheit, von ihrer Zahl und ihren Grössenverhältnissen hing es ab, ob die Milch durch das Erhitzen unschädlich wurde oder nicht.

Gerade diese verschiedenen Ergebnisse zweier Erhitzungsversuche, welche bis auf die Beschaffenheit der Milch unter gleichen Bedingungen angestellt wurden, geben uns einen deutlichen Hinweis auf die Bedeutung, welche eben die Beschaffenheit der Milch für die Abtödtung der in ihr enthaltenen Tuberkelbazillen hat.

Hinweisen wollen wir noch darauf, dass die Tuberkulose bei den Ferkeln 5 und 6 weniger ausgesprochen war, als bei den vier Parallelthieren, dass also durch das Erhitzen eine Verminderung der Zahl der ansteckungstüchtigen Tuberkelbazillen oder eine Herabsetzung ihrer Virulenz stattgefunden hatte.

Die Säuerung der Milch hatte im Gegensatze zu den Anschauungen vieler Landwirthe die Tuberkelbazillen in ihrer Ansteckungsfähigkeit nicht beeinträchtigt.

Kuh II.

Die Kuh ward am 30. XI. 00 aus dem Erzgebirge geholt. Das Thier ist mässig gut genährt, etwa 7 Jahre alt. Die Fresslust ist gering; die Temperatur beträgt 39,4. Die Auskultation der Lungen giebt an beiden Seiten bronchiales Athemgeräusch. Das ganze Euter ist stark vergrössert; in den beiden kaum unterscheidbaren Hälften fühlt man knotige Verdickungen, welche bis zu dem Grunde der Striche reichen. Das Euter und die Striche sind äusserst druckempfindlich. An den supramammären Drüsen lassen sich Veränderungen kaum durchfühlen.

Die Milch aus dem rechten hinteren Strich ist gelbgrau, dünn; aus dem rechten vorderen Strich wässerig, bläulich weiss; aus dem linken hinteren Strich ist sie von normaler Farbe; aus dem linken vorderen wässerig und bläulich weiss. Die Mischmilch aller vier Striche weicht für das blosse Auge nicht wesentlich von normaler Milch ab. Die mikroskopische Untersuchung liess in der aus der rechten Euterhälfte stammenden Milch vereinzelte Tuberkelbazillen erkennen: in der Milch aus der linken Euterhälfte wurden solche nicht gefunden. In sämmtlichen Präparaten waren zahlreiche Leukocyten vorhanden.

Die Körperwärme des Thieres, dem am 1. XII. 00 vormittags 0,5 ccm Tuberkulin eingespritzt wurde, ist aus der Kurve auf Tafel IX zu ersehen.

Während die Kuh im Anfang noch 1½ bis 1¾ Liter Milch gab, begann die Ergiebigkeit sehr bald nachzulassen. Die Farbe der Gesammtmilch wurde allmählich gelbgrau. Die Leukocytenmenge blieb ungefähr gleich, dagegen nahm die Zahl der Tuberkelbazillen in dem Maasse zu, dass in jedem Ausstriche in allen Gesichtsfeldern zahlreiche gesehen wurden.

Am 23. XII. kam eine frische, ausgedehnte und sehr schmerzhafte Entzündung der linken Euterhälfte hinzu; das Allgemeinbefinden verschlechterte sich rasch und das Thier ging am 3. I. 01 ein.

Aus dem Obduktionsbefunde seien nur einige Punkte hervorgehoben:

Das ganze Euter ist mit miliaren, hirsekorn- bis erbsengrossen Knötchen durchsetzt, welche die verschiedenen Stadien der Schwellung, der Verkäsung und des Zerfalls zeigen. In der Nähe des Aufhängebandes zeigt die linke Euterhälfte in der Ausdehnung von zwei Handtellern dunkelrothe Färbung.

Die supramammären Lymphdrüsen sind handtellergross, die linke zeigt markige Schwellung, die rechte viele kleine, im Centrum verkäste Herde.

Uterus, Eileiter, Milz und Leber sowie die Lungen mit den Pleuren zeigen tuberkulöse Veränderungen. Das Peritoneum ist mit Ausnahme der Zwerchfellskuppe frei.

Versuch a. 4. XII. 00. Erhitzungsverfahren 1.

Mit der Mischmilch aus allen vier Strichen dieser Kuh wurden am 4. XII. 00, also zu einer Zeit, wo die Tuberkelbazillen noch nicht sehr zahlreich vorhanden waren, der nachstehende Versuch angestellt:

A. Kontrolle: 6 Meerschweinchen werden mit je 1 ccm Rohmilch geimpft, 3 unter die Haut und 3 in die Bauchhöhle.

Die Thiere werden nach fünf Wochen getödtet; sie zeigen sämmtlich ausgesprochene Tuberkulose, welche durch Weiterimpfung sichergestellt wird.

B. Erhitzung auf 85°. Je 7 ccm Milch werden mittelst Pipette in Reagensgläser so vorsichtig eingefüllt, dass eine Beschmutzung der Innenwand oberhalb des Milchniveaus vermieden wird. In die Milch wird ein vorher kontrollirtes Thermometer eingeführt und mittelst dieses Thermometers wird während der Erhitzung die Milch in steter Bewegung gehalten.

1. Temperatur des Wasserbades beim Eintauchen der Milch 87,5°,
„ „ „ „ Herausnehmen „ „ 88,3°,
die Milch erwärmt sich innerhalb 3 Min. auf 85°, sie wird abgekühlt innerhalb 1 Min. 20 Sek. auf 18°.

2. Temperatur des Wasserbades beim Eintauchen der Milch 91,7°,
„ „ „ „ Herausnehmen „ „ 91,5°,
die Milch erwärmt sich innerhalb 1 Min. 18 Sek. auf 85°, sie wird abgekühlt innerhalb 1 Min. 10 Sek. auf 23°.

C. Erhitzung auf 90°. Das Verfahren ist dasselbe wie bei B.
Temperatur des Wasserbades beim Eintauchen der Milch 94°,
„ „ „ „ Herausnehmen „ „ 94,2°,
die Milch erwärmt sich innerhalb 1 Min. 20 Sek. auf 90°, sie wird abgekühlt innerhalb 50 Sek. auf 20°.

D. Erhitzung auf 95°. Verfahren wie bei B.
Temperatur des Wasserbades beim Eintauchen der Milch 96,5°,
„ „ „ „ Herausnehmen „ „ 96,5°,
die Milch erwärmt sich innerhalb 1 Min. 25 Sek. auf 95°, sie wird abgekühlt innerhalb 40 Sek. auf 22°.

E. Erhitzung auf 98°. Verfahren wie bei B.
Im Wasserbade sprudelnd kochendes Wasser, Temperatur 99,5°, die Milch erwärmt sich innerhalb 2 Min. 20 Sek. auf 98°, sie wird abgekühlt innerhalb 1 Min. 5 Sek. auf 20°.

Mit jeder der unter B bis E angeführten Milchproben wurden Meerschweinchen geimpft, und zwar wie bei der Kontrolle A immer 6, davon 3 unter die Haut, 3 in die Bauchhöhle. Sämmtliche 30 Thiere erwiesen sich bei der Tödtung als frei von Tuberkulose. Die Tödtung geschah in der Weise, dass nach fünf, nach zehn und nach fünfzehn Wochen aus jeder Serie immer ein Thier herausgenommen wurde. Der makroskopische Befund wurde stets sorgfältig durch das Mikroskop, zum Theil auch durch Weiterimpfung kontrollirt.

Die Erhitzung auf 85° innerhalb 78 Sek. und die sofortige Abkühlung auf 23° innerhalb 70 Sek. (B 2) hatte also genügt, die ansteckungsfähige Rohmilch für Meerschweinchen unschädlich zu machen.

Versuch b. 28. XII. 00. Erhitzungsverfahren 1.

Fünf Tage nach dem Beginne der frischen Entzündung der linken Euterhälfte der Kuh (siehe oben) wurde zum Vergleiche mit dem Versuche a mit der Mischmilch aus allen vier Strichen ein weiterer Versuch angestellt. Die gemolkene Flüssigkeit hatte eine schmutzig gelbgraue Farbe, auf ihrer Oberfläche setzte sich beim ruhigen Stehen nach einiger Zeit eine dickere, gelbliche Schicht ab. Ohne Zentrifugirung konnten bei der mikroskopischen Untersuchung in der Flüssigkeit zahlreiche Tuberkelbazillen nachgewiesen wurden.

Die Versuchsanordnung war in Bezug auf die Erhitzung bei b genau dieselbe wie bei a. Die Milch war frisch gemolken.

A. Kontrolle: 4 Meerschweinchen werden mit je 1 ccm Rohmilch geimpft, 2 unter die Haut, 2 in die Bauchhöhle.

Eines der letzteren geht nach drei Wochen an vorgeschrittener Tuberkulose ein; eins von den ersten beiden wird am Tage darauf getödtet und zeigt ebenso wie die zwei übrig gebliebenen, welche vier Wochen nach der Impfung getödtet wurden, weit entwickelte Tuberkulose. Wir hatten also bei diesem Versuche eine in hohem Grade ansteckungstüchtige Milch vor uns.

B. Erhitzung auf 85°. Die Wärme des Wasserbades beträgt 90°; die Milch erreicht innerhalb 85 Sek. 85°; sie wird in weiteren 58 Sek. auf 20° wieder abgekühlt. Trotzdem die Milch durch das Thermometer in ständiger Bewegung gehalten wird, gerinnt sie zu einer zusammenhängenden, halbfesten Masse. Um diese Masse verimpfen zu hönnen, wird sie mit der neunfachen Menge steriler 0,8% Kochsalzlösung verrührt; 1,0 ccm der Aufschwemmung, also 0,1 Milch, wird darauf jedem Thiere eingespritzt.

Meerschweinchen 5 und 6 erhalten je 1,0 ccm der Aufschwemmung subkutan, No. 7 und 8 dieselbe Menge intraperitonnal. No. 5 und 7 werden vier Wochen, No. 6 und 8 sechs bis sieben Wochen nach der Impfung getödtet, sämmtliche Thiere sind tuberkulös.

C. Erhitzung auf 90°. Temperatur des Wasserbades 94°. Die Milch erreicht 89° in 105 Sek., sie wird abgekühlt in 60 Sek. auf 25°.

Die Verimpfung auf Thier 9 bis 12 geschieht wie bei B; das Ergebniss ist ebenfalls dasselbe.

D. Erhitzung auf 95°. Temperatur des Wasserbades 98,6°. Die Milch wird in 105 Sek. auf 94,7° gebracht und darauf in 59 Sek. auf 25° abgekühlt.

Geimpft werden die Thiere 13—16 in gleicher Weise und mit gleichem Ergebniss wie bei B.

E. Erhitzung auf 98°. Temperatur des Wasserbades 99,5°. Die Milch erreicht 98° in 92 Sek. und wird abgekühlt auf 30° in 62 Sek.

Die ebenfalls mit je 1,0 ccm der Aufschwemmung geimpften Thiere 17—20 zeigen bei der Tödtung nach 4 beziehungsweise 6 Wochen ausgebildete tuberkulöse Veränderungen.

In dem Versuche b hatte also die Temperatur bis zu 98° in anderthalb bis zwei Minuten nicht vermocht, die in dem Gerinnsel enthaltenen Tuberkelbazillen abzutödten.

Die frisch gemolkene Milch gerann beim Erhitzen in Folge der durch die Eutererkrankung bedingten Veränderung ihrer Eiweissstoffe. Sie wird dies auch thun, wenn sie mit anderer Milch vermischt ist, nur werden dann wegen der Vertheilung die sich bildenden Gerinnsel feinere sein, so dass sie gegebenen Falles bei oberflächlicher Betrachtung übersehen werden können.

Auf die Gefahren einer solchen Mischmilch, auch wenn sie erhitzt wurde, sei hier nur hingewiesen.

Versuch c.

Verfütterung an Ferkel vom 6.—24. XII. 00. Erhitzungsverfahren 3.

Die folgenden Fütterungsversuche wurden an 5 Ferkelpaaren angestellt; die einzelnen Paare wurden in besonderen Boxen gehalten, die zwar durch dichte eiserne Scheidewände von einander getrennt waren, aber neben einander lagen. Die damals noch beschränkten räumlichen Verhältnisse in den Stallungen des Gesundheitsamtes gestatteten uns leider nicht, zwischen je zwei besetzten Boxen eine leer liegen zu lassen. Die Thiere bekamen die Milch aus Glasschalen, welche zwar regelmässig sterilisirt wurden, zur Vorsicht aber noch gezeichnet waren, so dass für die einzelnen auf die verschiedenen Temperaturgrade erhitzten Milchsorten immer dieselben Schalen verwendet wurden.

Ferkel 1 und 2 erhielten vom 6. XII. bis einschliesslich 10. XII. täglich je 250 ccm Rohmilch von Kuh II, vom 11. bis 16. XII. täglich je 200 ccm der Mischmilch von Kuh II und Kuh III, so dass jedes Thier im Ganzen 2450 ccm tuberkelbazillenhaltiger Milch aufnahm.

Die Fütterung der Ferkel 3 bis 10 konnte aus äusseren Gründen erst am 11. XII. beginnen. Da die Kuh II nicht hinreichend Milch gab, wurde die fehlende Menge durch die Milch von Kuh III (siehe unten) ergänzt. Einen Ueberblick über das Mischungsverhältniss giebt die folgende Tabelle:

Tabelle 22.

11. XII.	1180	ccm	von	Kuh	II	+ 1020	ccm	von	Kuh	III
12. XII.	1100	"	"	"	"	+ 1100	"	"	"	"
13. XII.	1100	"	"	"	"	+ 1100	"	"	"	"
14. XII.	950	"	"	"	"	+ 1350	"	"	"	"
15. XII.	950	"	"	"	"	+ 1350	"	"	"	"
16. XII.	790	"	"	"	"	+ 1410	"	"	"	"
17. XII.	690	"	"	"	"	+ 1110	"	"	"	"
18. XII.	650	"	"	"	"	+ 1150	"	"	"	"
19. XII.	610	"	"	"	"	+ 1190	"	"	"	"
20. XII.	640	"	"	"	"	+ 1160	"	"	"	"
21. XII.	580	"	"	"	"	+ 1220	"	"	"	"
22. XII.	580	"	"	"	"	+ 1220	"	"	"	"
23. XII	500	"	"	"	"	+ 1300	"	"	"	"
24. XII.	590	"	"	"	"	+ 1210	"	"	"	"

Jedes der Ferkel 3—10 erhielt täglich ebenfalls 200 ccm Milch, im Ganzen also 2800 ccm.

Die Erhitzung der Milch auf 85° dauerte durchschnittlich 94 Sekunden; die kürzeste Zeit war 86 Sek., die längste 112 Sek. Die sofortige Abkühlung erforderte etwa 55 Sek.

Auf 90° wurde die Milch innerhalb 96 Sek. erhitzt, die Schwankungen in der Zeit bewegten sich zwischen 87 Sek. und 107 Sek. Die Abkühlung geschah in 55 Sek.

95° erreichte die Milch im Durchschnitte in 97 Sek., die Unterschiede bewegten sich zwischen 90 Sek. und 105 Sek. Die Abkühlung erforderte 57 Sek.

Die Erhitzung auf 98°, bis zum Aufwallen, dauerte 91 Sek., die kürzeste Zeit 75 Sek., die längste 98 Sek. Abgekühlt wurde die Milch in 60 Sek. Bei der Erhitzung auf 98° betrug die Temperatur des Glycerinbades 105°, also 7° mehr als die gewünschte Milchtemperatur; die Erhitzung der Milch auf 98° ging daher etwas rascher vor sich als diejenige auf 85°, 90° und 95°, bei welchen der Unterschied zwischen dem Glycerinbade und der zu erreichenden Milchtemperatur nur 5—6° betrug.

Wir machten bei allen unsern Erhitzungsversuchen die Beobachtung, dass der erste Anstieg der Milchtemperatur bis auf etwa 75° verhältnissmässig rasch erfolgt, und dass während des grösseren Theiles der verbrauchten Gesammtzeit die Milch eine Temperatur hat, die der gewollten Endwärme ziemlich nahe liegt. Man hat es bei der Benutzung eines grossen Glycerinbades bei einiger Uebung leicht in der Hand, die Dauer der Erhitzung ziemlich gleichmässig inne zu halten. Die von uns bei den Fütterungsversuchen gewählte Zeit entsprach ungefähr derjenigen, welche wir für das Verweilen der einzelnen Milchtheilchen in den bei den Molkereibetrieben benutzten Apparaten ermittelt hatten.

Die zehn Versuchsferkel befanden sich mit Ausnahme von Nr. 6 während der acht bis zehn Wochen dauernden Beobachtungszeit anscheinend wohl; ihre Fresslust war stets eine rege. Husten wurde nur bei dem Thiere Nr. 6 beobachtet.

Aus den Befunden bei der Sektion der Thiere seien im Folgenden nur die wesentlichsten Punkte hervorgehoben.

Ferkel 1. Getödtet am 5. II. 01. Gewicht 25 kg. Das Thier hat seit dem Beginne des Versuches 11,5 kg zugenommen. Beide Kehlgangsdrüsen haben die Grösse einer Wallnuss, auf dem Durchschnitte zeigen sie beginnende käsige Einschmelzung. Die Subparotidealdrüsen sind haselnussgross, auf dem Durchschnitte sind ähnliche Veränderungen sichtbar wie bei den Kehlgangsdrüsen. Die Grösse der Drüsen des Dünndarmgekröses schwankt zwischen derjenigen einer Haselnuss und derjenigen einer Mandel. Die kleineren sind markig geschwollen, die grösseren zeigen an einzelnen Stellen beginnenden Zerfall. Die Bronchialdrüsen sind etwas vergrössert. An den übrigen Drüsen lassen sich Veränderungen nicht nachweisen. Sämmtliche Organe sind gesund, nur in der Milz können mehrere hirsekorngrosse, gelbliche Knötchen festgestellt werden.

In den Kehlgangs-, Subparotideal- und Mesenterialdrüsen werden sowohl durch das Mikroskop wie durch die Verimpfung Tuberkelbazillen nachgewiesen.

Ferkel 2. Getödtet am 13. II. 01. Gewicht 25,5 kg. Zunahme seit dem Beginne des Versuches 10,5 kg. Beide Kehlgangsdrüsen von der Grösse einer mittleren Kartoffel, zum Theil verkäst. Die haselnussgrossen Retropharyngealdrüsen zeigen auf dem Durchschnitte markige Schwellung. Die Gekrösdrüsen schwanken in der Grösse zwischen einer Hasel- und einer Wallnuss. Sie zeigen ebenso wie die Portaldrüsen beginnende Verkäsung. An der Leber und an der Milz sind hirsekorn- bis hanfkorngrosse Knötchen nachweisbar. Das Bauchfell und die übrigen Organe der Bauchhöhle lassen Veränderungen nicht erkennen. Die Bronchial- und Mediastinaldrüsen sind vergrössert und markig geschwollen. Die Lungen sind in ihrer ganzen Ausdehnung mit kleinen hirsekorn- bis hanfkorngrossen, grau durchscheinenden Knötchen besetzt; die Knötchen liegen theils dicht unter der Pleura, theils mehr mitten im Lungengewebe.

Tuberkelbazillen wurden mittelst des Mikroskopes und durch Verimpfung nachgewiesen.

Ferkel 3. Gefüttert mit auf 85° erhitzter Milch. Getödtet am 13. II. 01. Gewicht 23 kg. Zunahme seit dem Beginne des Versuches 11 kg. Kehlgangs- und Gekrösdrüsen zeigen tuberkulöse Veränderungen; sonst ist das Thier für die makroskopische Besichtigung gesund. In den erkrankten Drüsen finden sich Tuberkelbazillen.

Ferkel 4. Parallelferkel zu Nr. 3. Getödtet am 6. II. 01. Gewicht 26,5 kg. Zunahme seit dem Beginne des Versuchs 12,5 kg. Die Veränderungen sind ähnliche wie bei Thier Nr. 3.

Ferkel 5. Gefüttert mit auf 90° erhitzter Milch. Getödtet am 14. II. 01. Gewicht 23 kg. Zunahme seit dem Beginne des Versuches 11 kg. Die Kehlgangs-, Retropharyngeal-, Portal- und Mesenterialdrüsen sind vergrössert und zeigen zum Theil tuberkulöse Veränderungen (mikroskopisch Tuberkelbazillen). An der Leber und an der Milz befinden sich einzelne graugelbe Knötchen. Ebensolche zeigen sich vereinzelt unter der Lungenpleura, die letzteren haben jedoch ein mehr glasig durchscheinendes Aussehen. Die Bronchialdrüsen sind vergrössert und markig geschwollen.

Ferkel 6. Parallelferkel zu Nr. 5. Getödtet am 7. II. 01. Gewicht 17,5 kg. Zunahme seit dem Beginn des Versuches 5 kg. Die Kehlgangsdrüsen haben die

Grösse einer mittleren Kartoffel, das Zentrum der rechten enthält einen etwa haselnusskerngrossen, mit gelbem, dickem Eiter gefüllten Hohlraum; in dem Eiter werden Schweineseuchebakterien nachgewiesen. Die Mesenterialdrüsen und Portaldrüsen sind vergrössert und zeigen beginnende Verkäsung. Milz und Leber enthalten hanfkorn- bis erbsengrosse graugelbe Knötchen. Beide vorderen Lungenlappen sind rothbraun, derb und lederartig, die übrigen Theile der Lungen sind lufthaltig, aber mit zahlreichen, zum Theil glasig durchscheinenden, zum Theil graugelben Knötchen durchsetzt. Auf der Pleura der rechten Lunge befinden sich frische Granulationen. Die Bronchialdrüsen haben die Grösse einer Wallnuss und sind im Zentrum verkäst. In der Milz, in der Lunge, in den Bronchial- und Mesenterialdrüsen werden Tuberkelbazillen nachgewiesen.

Das Ferkel Nr. 6 litt also zugleich an chronischer Schweineseuche und an Tuberkulose.

Ferkel 7. Gefüttert mit Milch, welche auf 95 ^{0} erhitzt war. Getödtet am 8. II. 01. Gewicht 25 kg. Zunahme seit dem Beginn des Versuches 11,5 kg. Die Kehlgangs- und Mesenterialdrüsen sind vergrössert und tuberkulös verändert, die Bronchialdrüsen nicht. In der Leber und in den Lungen sind ganz vereinzelte, hanfkorn- bis linsengrosse, glasig durchscheinende, graue Knötchen. Sonst sind an dem Ferkel makroskopisch Veränderungen nicht nachweisbar. Tuberkelbazillen werden durch den Thierversuch in den Lungenknötchen und in den erkrankten Drüsen nachgewiesen.

Ferkel 8. Parallelferkel zu Nr. 7. Getödtet am 15. II. 01. Gewicht 32,5 kg. Zunahme seit dem Beginn des Versuches 17,5 kg. Die Veränderungen sind ungefähr die gleichen wie bei Ferkel Nr. 7.

Ferkel 9. Gefüttert mit Milch, welche auf 98 ^{0} erhitzt war. Getödtet am 12. II. 01. Gewicht 24 kg. Znnahme seit Beginn des Versuches 12,5 kg. Die Kehlgangs-, Retropharyngeal- und Mesenterialdrüsen sind vergrössert und tuberkulös verändert. Lungen und Milz enthalten vereinzelte Knötchen. Die Portaldrüsen sind nicht verändert. In den erkrankten Stellen werden Tuberkelbazillen nachgewiesen.

Ferkel 10. Parallelferkel zu Nr. 9. Getödtet am 14. II. 01. Gewicht 19 kg. Zunahme seit Beginn des Versuches 7 kg. Das Ferkel zeigt gleiche Veränderungen wie Thier Nr. 9, nur sind die Portaldrüsen mit erkrankt und die Knötchen in den Lungen zahlreicher.

Sämmtliche 10 Ferkel boten das Bild ausgesprochener Fütterungstuberkulose. Die am weitesten vorgeschrittenen Veränderungen befanden sich in den Drüsen der Halsgegend, und unter diesen standen in erster Linie die Kehlgangsdrüsen. Ebenfalls immer befallen waren die Gekrösdrüsen des Dünndarmes, wobei es bemerkenswerth ist, dass wir bei keinem der 10 Thiere Veränderungen an der Darmschleimhaut nachweisen konnten. Die Portaldrüsen waren nur bei einem Theile der Thiere miterkrankt. Von den Organen der Bauchhöhle waren es nur die Milz und die Leber, welche mehrfach beginnende tuberkulöse Veränderungen aufwiesen. An dem Bauchfell konnte trotz sorgfältiger Untersuchung bei keinem Thiere eine Erkrankung festgestellt werden. Dass die Bronchialdrüsen und die Lungen bei den meisten Thieren

mit in die Erkrankung einbezogen waren, ist nicht auffällig, wenn man erwägt, dass einerseits eine direkte Fortleitung des Infektionsstoffes auf den Lymphwegen stattfindet und andererseits gerade bei Schweinen von dem Inhalte der Maulhöhle leicht Theile in die Athmungswege hineingelangen. Die schwere Erkrankung der Athmungsorgane bei Ferkel 6 darf man wohl als eine gemeinschaftliche Wirkung der Schweineseuchebakterien und der Tuberkelbazillen auffassen. Einen interessanten Beitrag zur Aufnahmefähigkeit der Maulschleimhaut und ihrer drüsigen Organe für Bakterien bietet der Abscess in der Kehlgangdrüse von Ferkel 6. Hier hatte die Thätigkeit der Schweineseuchebakterien schon zu einer Einschmelzung des Gewebes geführt, während die Granulationen auf der Lungenpleura noch ganz frische waren.

Wenngleich wir bei dem vorstehenden Versuche die Trennung der einzelnen Ferkelpaare nicht in dem Maasse durchführen konnten, wie es für solche Fütterungsversuche unseres Erachtens wünschenswerth ist, glauben wir doch auf Grund der Sektionsbefunde annehmen zu dürfen, dass die Aufnahme der Tuberkelbazillen vorwiegend von der Schleimhaut der Verdauungswege aus erfolgt ist, und dass der Träger der Tuberkelbazillen in allen Fällen die Milch gewesen ist. Die Erhitzung auf 98° in etwa 1½ Minuten hatte also hier nicht genügt, ihr die Ansteckungsfähigkeit zu nehmen. Wir heben aber besonders hervor, dass ein Theil der verfütterten Milch einem Euter entmolken wurde, dessen Sekret vier Tage später frisch gemolken beim Erhitzen zu einer zusammenhängenden, halbfesten Masse gerann.

Kuh III.

Wie schon oben erwähnt, war es für uns mit Schwierigkeiten verknüpft, für die Versuche passende Thiere mit Eutertuberkulose zu bekommen. Wir waren daher genöthigt, auf dem Wege der künstlichen Infektion uns solche Kühe zu beschaffen. Es wurde bei diesem Vorgehen noch der Nebenzweck verfolgt, in andere die Säugethiertuberkulose betreffende Fragen einen Einblick zu gewinnen; hier soll jedoch nur auf die Eutertuberkulose des Thieres, welche manches Interessante bietet, näher eingegangen werden.

Die etwa 6 Jahre alte Kuh wog 464 kg; das Allgemeinbefinden derselben war gut, die objektive Untersuchung liess keine Erkrankung erkennen. Das Euter war mässig gross, sämmtliche Viertel fühlten sich normal an. Die Tuberkulinprobe war zweifelhaft. Die Milchmenge betrug täglich 5—6 Liter. Am 30. Oktober wurde dem Thiere der käsig-eitrige Inhalt der Achseldrüse eines mit Milch von Kuh I infizirten Meerschweinchens in das Eutergewebe eingespritzt. Der mittelzahlreiche Tuberkelbazillen enthaltende Eiter wurde in 3,0 ccm 0,9 prozentiger steriler Kochsalzlösung aufgeschwemmt und von dieser Aufschwemmung wurden 1,5 ccm an drei Stellen in das linke Hinterviertel und die gleiche Menge an zwei Stellen in das rechte Vorderviertel injizirt.

Am 31. X. ist Befinden und Fresslust gut. Die am Mittag aus den beiden Vierteln gemolkene Milch ist schwach bluthaltig; in der zentrifugirten Milch sind Tuberkelbazillen mikroskopisch nicht nachweisbar.

1. XI. Befinden gut. Euter nicht schmerzhaft. Die beiden infizirten Viertel erscheinen etwas vergrössert und machen an den Einstichstellen und in der Tiefe über denselben einen etwas härteren Eindruck. Die Milch ist noch schwach bluthaltig; Tuberkelbazillen werden nicht gefunden.

Am 12. XI. erkrankte die Kuh spontan an Maul- und Klauenseuche. Die Milchmenge sank bis auf 2,5 Liter. Nach und nach bildeten sich in den beiden geimpften Vierteln knotige Verdickungen und die Fresslust liess etwas nach, doch betrug das Gewicht am 26. XI. noch 462 kg.

Am 27. XI. reagirte das Thier auf 0,5 ccm Tuberkulin mit starker Temperatursteigerung, Durchfall und völligem Versagen der Fresslust. Nach einigen Tagen erholte sich die Kuh, die Schwellung der beiden Euterviertel nahm jedoch langsam zu, und zwar nicht als gleichmässige Vergrösserung, sondern in der Form knotiger Verdickungen.

Am 7. XII. wurden mit der Oberschicht und dem Bodensatz der zentrifugirten Mischmilch aus den beiden infizirten Vierteln Meerschweinchen subkutan und intraperitoneal geimpft; sämmtliche Thiere bekamen Impftuberkulose. Durch das Mikroskop konnten Tuberkelbazillen in der Milch erst am 2. I. 01 nachgewiesen werden, obgleich dieselbe alle zwei Tage sorgfältig untersucht wurde.

Von Anfang Januar an begannen die beiden kranken Euterviertel kleiner zu werden, die Milchmenge sank bis zum Schlusse des Monates bis auf 1500 ccm, doch wurde der Ernährungszustand des Thieres ein besserer.

Im Februar war der objektive Befund ziemlich derselbe, in der Gesammtmilch liessen sich beim längeren Durchmustern mehrerer Präparate vereinzelte Tuberkelbazillen nachweisen.

Am 20. März waren die beiden geimpften Euterviertel fast ganz geschrumpft; man fühlte in ihnen einige derbe, etwa haselnussgrosse Knoten. Die Supramammärdrüsen waren in geringem Maasse vergrössert. Die Gesammtmilchmenge betrug etwa 600 ccm, davon entfielen zwei Drittel auf die nicht infizirten Viertel. Das Gewicht des Thieres betrug 473 kg. Die am folgenden Tage vorgenommene Tuberkulinprobe fiel positiv aus.

Während der Monate April und Mai bot das Thier das Aussehen einer gesunden Kuh, deren Allgemeinbefinden in keiner Weise gestört ist. Auch die objektive Untersuchung liess, abgesehen von dem Euter, krankhafte Veränderungen nirgends erkennen. Die Milchmenge ging auf 250 ccm zurück. Am 10. V. wurden in dem Sekret des linken Hinterviertels ausser zahlreichen Leukocyten ganz vereinzelte Tuberkelbazillen gefunden. Ende Mai hatte das Thier ein Gewicht von 510 kg.

Den Verlauf der Körperwärme giebt die auf Tafel IX befindliche Kurve wieder.

Das Thier wurde am 4. VII. 01 getödtet. Die am gleichen Tage vorgenommene Obduktion ergab Folgendes: Gut genährtes Thier. Die zum Euter gehörigen Lymphdrüsen sind faustgross, mit mehreren gelben, derben, erbsengrossen bis haselnusskerngrossen Herden durchsetzt. Im rechten Vorderviertel des Euters befinden sich 2 derbe, fast faustgrosse, harte Knoten, welche auf dem Durchschnitt zahlreiche, gelbe, hirsekorn- bis fast erbsengrosse Knötchen zeigen. Aehnliche Knötchen sind auch in den vorderen Partien des rechten Hinterviertels vorhanden. Im linken Hinterviertel sind 2 grössere,

apfelgrosse und 1 kleinerer wallnussgrosser Knoten nachzuweisen. Beim Durchschneiden des am weitesten nach hinten gelegenen Knotens wird ein ungefähr haselnussgrosser mit dickem Eiter gefüllter Abscess eröffnet. Auf dem Durchschnitt des Knotens sieht man hirsekorn- bis erbsengrosse Knötchen; ähnliche finden sich auch im linken Vorderviertel. Darm, Leber, Nieren, Uterus zeigen keine Veränderungen, ebensowenig die Drüsen der Bauchhöhle. Die Milz ist an der Zwerchfellsfläche in der Ausdehnung eines Handtellers mit dem Zwerchfell verwachsen. In der Umgebung dieser Verwachsungsstelle befinden sich auf dem Zwerchfell röthliche Granulationen. Milzkapsel im Uebrigen ohne Veränderung. In der Brusthöhle wenig klare, gelbliche Flüssigkeit. Die hinteren Abschnitte beider Lungen sind mit röthlichen Granulationen bedeckt, welche auch an den entsprechenden Stellen des Brustfells und auf dem Ueberzuge des muskulösen und des angrenzenden sehnigen Theiles des Zwerchfelles vorhanden sind. Die nicht vergrösserten Bronchialdrüsen zeigen makroskopisch keine Veränderungen. Lungengewebe völlig unverändert.

Im Ausstrich der Euterknoten, der zum Euter gehörigen Lymphdrüsen, der Granulationen auf Lunge und Brustfell Tuberkelbazillen mikroskopisch nicht nachweisbar (je 4 Präparate).

Die tuberkulöse Natur der erwähnten Veränderungen wurde durch Verimpfen auf Meerschweinchen nachgewiesen.

Ausser dem oben angeführten Versuche Kuh II c, bei welchem im Dezember 00 die Milch der Kuh III als Ergänzung diente, wurden die nachstehenden Versuche angestellt:

Versuch a am 16. I. 01.

Zur Verwendung gelangte die Mischmilch aus sämmtlichen Strichen der Kuh III. Erhitzt wurden je 6 ccm Milch in gewöhnlichen Reagensgläsern (Erhitzungsverfahren 1).

Meerschweinchen 1 und 2 erhalten je 1 ccm Rohmilch subkutan. Tödtung nach fünf Wochen. Impftuberkulose.

Meerschweinchen 3 und 4 erhalten je 1 ccm Rohmilch in die Bauchhöhle gespritzt. Nr. 3 wird nach 16 Tagen getödtet und zeigt beginnende Tuberkulose, Nr. 4 bei der Tödtung nach 5 Wochen vorgeschrittene Tuberkulose.

Erhitzung auf 85°. Die Temperatur wird in 121 Sekunden erreicht, darauf sofortige Abkühlung auf 20° in 56 Sek. Meerschweinchen 5—8. Jedes Thier erhält 1 ccm Milch subkutan bezw. intraperitoneal.

Erhitzung auf 90°. Die erforderliche Zeit beträgt 108 Sek. Die Abkühlung auf 30° geschieht innerhalb 50 Sek. Meerschweinchen 9—12 je 1 ccm unter die Haut bezw. in die Bauchhöhle.

Erhitzung auf 95°. Die Milch erreicht diese Temperatur in 120 Sek. Die Abkühlung auf 30° erfordert 72 Sek. Meerschweinchen 13—16 werden in gleicher Weise wie die vorhergehenden geimpft.

Erhitzung auf 98°. Gebraucht werden 78 Sek. für die Erhitzung und 60 Sek. für die Abkühlung auf 30°. Meerschweinchen 17—20. Impfung wie vorher.

Die Thiere 5—20 erweisen sich bei der Tödtung, welche bei einem Theile erst nach fünf Monaten geschah, sämmtlich als frei von Tuberkulose.

Versuch b am 17. I. 01.

Der Versuch diente als Parallelversuch zu dem am Tage vorher angestellten Versuche a; es sollte für den Fall, dass die bei a verwendete Erhitzungszeit zur Abtödtung der Tuberkelbazillen nicht hinreichend sein würde, festgestellt werden, ob durch eine verlängerte Einwirkung der hohen Temperaturgrade um etwa 1 bis 2 Minuten dieser Zweck erreicht werden könnte. Trotz der raschen Erhitzung gelang es durch die Anwendung des Erhitzungsverfahrens 3 nach Erreichung der gewünschten Höchsttemperatur die Wärme der Milch ziemlich gleichmässig zu halten. Das Ergebniss des Versuches b war dasselbe wie bei a: die vier subkutan bezw. intraperitoneal mit Rohmilch geimpften Kontrollthiere wurden tuberkulös, die sechzehn mit den verschiedenen Proben der erhitzten Milch geimpften dagegen nicht.

Versuch c vom 21. I. bis 3. II. Fütterungsversuch.

Der Gang der Erhitzung war bei diesem Versuche analog demjenigen bei Kuh II c; jedoch wurde hier versucht, die Milch, nachdem die gewünschte Temperatur erreicht war, 60″ lang auf derselben zu erhalten. Vollständig gelang dies nicht, gewöhnlich stieg die Milchtemperatur noch um 1—1,5°. Es ist das dadurch bedingt, dass bei einer grösseren Menge Milch die Wärmequelle mindestens 4—5° wärmer sein muss als die gewünschte Milchtemperatur, wenn diese Temperatur innerhalb 1 bis 2 Minuten erreicht werden soll. In der nachstehenden Tabelle ist als Belag für das eben Gesagte der Gang der Erhitzung an einem der Versuchstage wiedergegeben.

Tabelle 23.

98°			95°		
Zeit	Temperatur des Glycerinbades	Temperatur der Milch	Zeit	Temperatur des Glycerinbades	Temperatur der Milch
beim Eintauchen	105°	16°	beim Eintauchen	101°	16°
15″	103,5°	—	15″	100°	—
30″	102,5°	80°	30″	98,5°	79°
45″	102°	—	45″	98°	—
60″	101,5°	97°	60″	97,5°	92°
75″	101°	—	75″	„	—
90″	„	—	90″	97°	—
92″	„	**98°**	**91″**	„	**95°**
105″	„	98,5°	105″	„	95,5°
110″	„	99°	107″	„	96°
120″	100,5°	99,3°	120″	„	96°
135″	„	„	135″	„	96,3°
150″	„	99,5°	150″	„	96,5°
152″	„	99,5°	151″	„	„
Abkühlung auf 30° in 54″			Abkühlung auf 30° in 55″		

90°			85°		
Zeit	Temperatur des Glycerinbades	Temperatur der Milch	Zeit	Temperatur des Glycerinbades	Temperatur der Milch
beim Eintauchen	95°	16°	beim Eintauchen	91°	16°
15″	94°	—	15″	90°	—
30″	93°	74°	30″	89°	69°
45″	92°	—	45″	88,5°	—
60″	„	85°	60″	88°	81°
75″	91,5°	—	75″	„	—
90″	„	89°	90″	„	84,5°
94″	„	90°	92″	„	85°
105″	„	„	105″	87,5°	85,5°
120″	91°	90,3°	115″	„	86°
135″	„	90,5°	120″	„	„
150″	„	91°	135″	„	86,3°
154″	„	„	150″	„	„
Abkühlung auf 30° in 48″			152″	„	„
			Abkühlung auf 30° in 54″		

Die fünf Ferkelpaare wurden 14 Tage lang mit der Versuchsmilch gefüttert; jedes Thier bekam täglich 200 ccm. Da die Versuchskuh nicht hinreichend Milch gab, wurde die fehlende Menge durch die Milch einer gesunden Kuh ergänzt. In Tabelle 24 ist das Mischungsverhältniss beider Milcharten wiedergegeben.

Tabelle 24.

21. I. 01.	2200	ccm	von	Kuh	III						
22. I. 01.	1750	„	„	„	„	+ 450	ccm	Milch	einer	gesunden	Kuh
23. I. 01.	1800	„	„	„	„	+ 400	„	„	„	„	„
24. I. 01.	1670	„	„	„	„	+ 530	„	„	„	„	„
25. I. 01.	1600	„	„	„	„	+ 600	„	„	„	„	„
26. I 01.	1500	„	„	„	„	+ 700	„	„	„	„	„
27. I. 01.	1370	„	„	„	„	+ 830	„	„	„	„	„
28. I. 01.	1420	„	„	„	„	+ 780	„	„	„	„	„
29. I. 01.	1400	„	„	„	„	+ 800	„	„	„	„	„
30. I. 01.	1580	„	„	„	„	+ 620	„	„	„	„	„
31. I. 01.	1500	„	„	„	„	+ 700	„	„	„	„	„
1. II. 01.	1370	„	„	„	„	+ 830	„	„	„	„	„
2. II. 01.	1500	„	„	„	„	+ 700	„	„	„	„	„
3 II. 01.	1510	„	„	„	„	+ 690	„	„	„	„	„

Die drei Ferkelpaare, welche mit Milch gefüttert waren, die auf 90° bezw. 95° und 98° erhitzt wurde, konnten wir in einem andern Raume halten als die beiden andern Paare. Jedes Ferkelpaar hatte eine Boxe für sich; die einzelnen Boxen waren durch dichte Scheidewände getrennt.

Während der Beobachtungszeit befanden sich sämmtliche Thiere wohl, bei keinem derselben wurden irgend welche Krankheitserscheinungen bemerkt.

Ferkel 1.

Das Thier wurde am 6. III. 01 getödtet; sein Gewicht betrug 15 kg, die Zunahme seit dem Beginne des Versuchs 6 kg. Einige Gekrösdrüsen schienen etwas

vergrössert, sonst liessen sich keinerlei Abweichungen von der Norm feststellen. Mikroskopisch wurden Tuberkelbazillen nicht nachgewiesen, auch die mit kleinen Stückchen aus einer Kehlgangs- und einer Gekrösdrüse geimpften 4 Meerschweinchen zeigten bei der Tödtung nach 11 Wochen keine Tuberkulose. Wir lassen die Frage offen, ob die in der verfütterten Rohmilch nicht sehr zahlreichen Tuberkelbazillen überhaupt bei dem Thiere nicht zu haften vermochten oder ob das Ferkel von uns zu früh getödtet wurde, so dass es den Bazillen an Zeit mangelte, sich hinreichend zu vermehren und ihre Einwirkung auf das Gewebe des Ferkels geltend zu machen. Uns will das Letztere wahrscheinlicher erscheinen. Dass die geimpften Meerschweinchen nicht erkrankten, dürfte sich dadurch erklären, dass immerhin nur kleine Stückchen Drüsengewebe verimpft wurden und dass wir, da die makroskopische Besichtigung keine Anhaltspunkte ergab, vielleicht zufällig gerade solche Theile der Drüsen verwendeten, in welche die Tuberkelbazillen noch nicht eingedrungen waren.

Ferkel 2.

Getödtet am 20. IV. 01. Gewicht 31 kg; Zunahme seit dem Beginne des Versuchs 24 kg. Die rechte Kehlgangsdrüse ist über wallnussgross und zeigt auf dem Durchschnitte zentrale Verkäsung, die linke ist unverändert. Von den Mesenterialdrüsen sind einzelne haselnussgross und in beginnender Verkäsung begriffen. In der Leber und in der Milz finden sich mehrere hirsekorn- bis erbsengrosse Knötchen von graugelber Farbe. Die Portaldrüsen sind von gleicher Beschaffenheit wie die Gekrösdrüsen. Die Lungen sind mit zahlreichen hirsekorn- bis fast bohnengrossen Knötchen durchsetzt; von diesen haben die kleineren ein glasig durchscheinendes, die grösseren ein graugelbes Aussehen. Die Bronchialdrüsen bilden ein wallnussgrosses Packet; sie zeigen ebenso wie die vergrösserten Mediastinaldrüsen beginnende Verkäsung.

Mikroskopisch wurden in je 6 Präparaten der Mesenterial-, der Portal- und der Bronchialdrüsen Tuberkelbazillen nicht gefunden, wohl aber in den Kehlgangsdrüsen. Die mit Aufschwemmungen der Mesenterial-, Kehlgangs- und Bronchialdrüsen intraperitoneal geimpften Meerschweinchen wurden tuberkulös; das mit Lungenknötchenaufschwemmung ebenfalls in die Bauchhöhle geimpfte Meerschweinchen dagegen nicht.

Ferkel 3.

Gefüttert mit auf 85° erhitzter Milch; getödtet am 2. V. 01. Gewicht 33 kg. Zunahme seit dem Beginne des Versuchs 24,75 kg. Die rechte Kehlgangsdrüse ist kleinhaselnussgross und zeigt auf dem Durchschnitte einige gelbliche, eben sichtbare feine Streifen sowie einen etwa hirsekorngrossen gelblichen Herd. Die Oberlappen der beiden Lungen sind luftleer, sie fühlen sich derb an und ihr Gewebe ist von rothbrauner Farbe. An der Spitze des linken Oberlappens befindet sich ein pfefferkorngrosses, glasig durchscheinendes Knötchen. In den übrigen Organen, insbesondere in den Gekrösdrüsen, werden Veränderungen nicht gefunden. In vier Ausstrichpräparaten aus der Kehlgangsdrüse und ebensovielen von dem Lungenknötchen werden Tuberkelbazillen nicht gesehen. Die Verimpfung von Drüsensubstanz und Knötchen auf je 2 Meerschweinchen war erfolglos.

Ferkel 4.

Parallelferkel zu Nr. 3. Getödtet am 19. IV. 01. Gewicht 26,5 kg. Zunahme seit dem Beginne des Versuchs 18,5 kg. Bei diesem Thiere waren die Kehlgangs- und Retropharyngealdrüsen etwas vergrössert und markig geschwollen; die Portal- und Mesenterialdrüsen boten ein gleiches Bild, nur eine der letzteren war fast wallnussgross und zeigte auf dem Durchschnitte in drei einzelnen Drüsenlappen beginnende zentrale Verkäsung. Sonst waren Veränderungen nicht festzustellen. Im Ausstrich der vergrösserten Gekrösdrüse wurden Tuberkelbazillen gesehen, in zahlreichen Präparaten der Portal- und Kehlgangsdrüse nicht. Die mit Kehlgangsdrüse geimpften 2 Meerschweinchen gingen vorzeitig an Schweineseuche ein. Die mit Portaldrüsenaufschwemmung infizirten 2 Thiere erwiesen sich bei der nach 7 Wochen erfolgten Tödtung als tuberkulös.

Ferkel 5.

Gefüttert mit Milch, welche auf 90° erhitzt war. Getödtet am 1. V. 01. Gewicht 35 kg. Zunahme seit dem Beginne des Versuchs 26,5 kg. Weder an den Drüsen noch an den Organen des Thieres sind Veränderungen festzustellen.

Ferkel 6.

Parallelferkel zu Nr. 5. Getödtet am 22. IV. 01. Gewicht 26 kg. Zunahme seit dem Beginne des Versuches 16 kg. Die Kehlgangsdrüsen und die Portaldrüsen machen den Eindruck geringer Vergrösserung und markiger Schwellung; sonst erscheinen sämmtliche Organe des Thieres gesund. Mikroskopisch können Tuberkelbazillen nicht nachgewiesen werden. Die intraperitoneale Verimpfung von Aufschwemmungen der zweifelhaften Lymphdrüsen auf Meerschweinchen war ohne Erfolg, die Thiere wurden nicht tuberkulös.

Ferkel 7.

Gefüttert mit Milch, welche auf 95° erhitzt war. Getödtet wurde das Thier am 30. IV. 01; es hatte seit dem Beginne des Versuches 26 kg zugenommen. An den Organen waren keine Erkrankungen festzustellen.

Ferkel 8.

Parallelferkel zu Nr. 7; getödtet am 26. IV. 01. Die Zunahme seit dem Anfange des Versuchs betrug 21,5 kg. Sämmtliche Organe sind normal. Tuberkelbazillen sind auch durch die Verimpfung der Kehlgangs- und Mesenterialdrüsen auf 4 Meerschweinchen nicht nachweisbar.

Ferkel 9.

Gefüttert mit Milch, die auf 98° erhitzt war; getödtet wurde das Thier am 29. IV. 01; sein Gewicht war seit dem Beginne des Versuchs um 24,5 kg gestiegen. An den Organen und Drüsen der Bauch- und Brusthöhle sind keinerlei Veränderungen zu sehen. Beide Kehlgangsdrüsen sind wallnussgross, derb und zeigen auf dem Durchschnitt in den einzelnen Lappen vorgeschrittene Verkäsung. In den Ausstrichen von den Drüsen finden sich Tuberkelbazillen, zwei geimpfte Meerschweinchen werden tuberkulös.

Ferkel 10.

Parallelferkel zu Nr. 9. Getödtet am 27. IV. 01. Die Zunahme betrug 18 kg. Nirgends waren in dem Thiere Veränderungen nachweisbar. Die mit Aufschwemmungen der Kehlgangs- und der Mesenterialdrüsen geimpften 4 Meerschweinchen blieben gesund.

Bei den Versuchen a und b hatte also die Erhitzung auf 85° genügt, der Milch von Kuh III ihre Ansteckungsfähigkeit für Meerschweinchen zu nehmen. Bei dem Fütterungsversuche (c) ist das Ergebniss nicht so eindeutig.

Wie wir oben schon ausführten, waren die Tuberkelbazillen in der Milch nur spärlich vorhanden, es bedurfte oft der Anfertigung mehrerer Präparate, um mikroskopisch einzelne Bazillen nachweisen zu können. Darauf dürfte es zurückzuführen sein, dass bei dem Ferkel 1, welches 6 Wochen nach dem Beginne der Fütterung mit der infektiösen Milch getödtet wurde, tuberkulöse Veränderungen noch nicht nachgewiesen werden konnten. Die Vorsicht bei der Versuchsanordnung, immer Parallelthiere zu nehmen, gab uns jedoch die Möglichkeit, den Beweis führen, dass die Milch für Ferkel ansteckungsfähig war. Die Tuberkelbazillen gebrauchten wegen ihrer geringeren Zahl längere Zeit, um in den befallenen Körpern nachweisbare Veränderungen hervorzubringen. Wir tödteten deshalb, abweichend von den Versuchen Kuh I c und Kuh II c, die übrigen 9 Versuchsferkel erst 13—14 Wochen nach dem Anfange des Versuches. Jetzt fanden wir bei dem mit Rohmilch gefütterten Ferkel 2 schon das zweite Stadium der Tuberkulose, die Veränderungen beschränkten sich nicht mehr auf die Drüsen, sondern hatten bereits begonnen, auf die Organe überzugreifen. Im Gegensatze zu Ferkel 2 trat bei den übrigen (von Ferkel 9 soll vorläufig abgesehen werden) die Wirkung der Erhitzung scharf hervor. Die auf 85° erhitzte Milch vermochte Ferkel 4 zwar noch zu infiziren, die Erkrankung war jedoch ungleich milder als bei der Ansteckung mit Rohmilch. Hier eine Tuberkulose, die schon zur Knötchenbildung in einzelnen Organen geführt hatte, dort eine solche, die — im ersten Beginne — sich lediglich auf die erwähnten Drüsen erstreckte.

Die Erhitzung der Milch auf 90° und darüber war hinreichend gewesen, sie für Ferkel unschädlich zu machen.

Die tuberkulösen Veränderungen in den Kehlgangsdrüsen des Ferkels 9 waren derart, dass wir eine Ansteckung durch die auf 98° erhitzte Fütterungsmilch glauben ausschliessen zu dürfen. Wenn bei diesem Thiere die Infektion durch die hocherhitzten Tuberkelbazillen zu Stande gekommen wäre, dann würde sie nicht so weit vorgeschritten sein, ohne dass die andern betheiligten Lymphdrüsen (Gekrösdrüsen u. s. w.) mit erkrankt wären. Uns erscheint es wahrscheinlich, dass die Kehlgangsdrüsen schon vor Beginn des Versuches einzelne Tuberkelbazillen aufgenommen hatten, welche die lokalen Veränderungen nach und nach hervorriefen, ohne innerhalb der Versuchszeit eine Allgemeininfektion herbeizuführen.

Kuh IV.

Das etwa 6 Jahre alte Thier befindet sich in gutem Ernährungszustande. Die physikalische Untersuchung lässt Krankheitserscheinungen nicht erkennen, die Tuberkulinprobe ist zweifelhaft. Die tägliche Milchmenge der Kuh beträgt etwa 6 Liter.

Am 9. I. 01 werden mittelst langer Hohlnadel dem Thiere 0,5 ccm einer dicken Aufschwemmung tuberkulösen Materiales in das Gewebe des linken Hinterviertels des Euters und ebensoviel in das des rechten Vorderviertels eingespritzt. Die Aufschwemmung enthielt zahlreiche Tuberkelbazillen und war hergestellt aus einem Netzknoten eines mit Milch von Kuh II infizirten Meerschweinchens. Ein zur Kontrolle mit 0,25 ccm der Aufschwemmung intraperitoneal geimpftes Meerschweinchen zeigte nach 20 Tagen vorgeschrittene Impftuberkulose.

In den nächsten Tagen hatte die Milch aus dem rechten Vorderviertel eine graurothe Farbe und enthielt eine grosse Menge Leukocyten; Tuberkelbazillen wurden bei der mikroskopischen Untersuchung nicht gefunden.

17. I. 01. Das Gewicht beträgt 438 kg. Das Thier hustet hie und da.

20. I. 01. Rechtes, vorderes Euterviertel geschwollen, dasselbe ist druckempfindlich und fühlt sich derb an; es liefert nur wenig Milch, die graugelb aussieht und einen röthlichen Schein zeigt. Das Thier hustet häufiger, seine Fresslust ist mässig. Die Gesammtmilchmenge beträgt 4,5 Liter.

27. I. 01. Gewicht 432,5 kg. Der Befund ist gleich dem am 20. I, jedoch lassen sich ausserdem im linken Hinterviertel — entsprechend dem Verlaufe des Stichkanales — Knoten nachweisen.

6. II. 01. Die Knoten links hinten nehmen zu.

19. II. 01. Das linke Hinterviertel ist in seiner Gesammtheit stark geschwollen und fühlt sich derb an. Das rechte Vorderviertel ist fast um die Hälfte grösser als am 20. I. Die Supramammärdrüsen sind stark vergrössert. An den Lungen sind, ausser Bronchialathmen an der rechten Seite, keine Abweichungen zu finden. Der Husten ist ungefähr gleich geblieben. Die Fresslust des Thieres ist mässig, sein Ernährungszustand geht zurück.

25. II. 01. Zum ersten Male werden in der Milch Tuberkelbazillen gesehen; vorher waren trotz häufiger und sorgfältiger mikroskopischer Untersuchungen solche nicht festzustellen gewesen.

20. III. 01. Gewicht 423 kg. Die supramammären Lymphdrüsen sind faustgross und ragen über den hinteren Rand der Milchdrüse hinaus. Das linke Hinterviertel ist stark vergrössert, derb und fest, man fühlt in demselben einzelne Knoten. Das rechte Vorderviertel ist ebenfalls vergrössert und von gleicher Beschaffenheit. Beim Melken desselben äussert das Thier Schmerzen. Die beiden nicht infizirten Viertel des Euters sind klein und schlaff. Der Ernährungszustand der Kuh ist weiter zurückgegangen, ihr Haarkleid ist gesträubt, die Fresslust mässig. Das Thier liegt viel und hustet häufig. Die Auskultation der Lungen ergiebt rechterseits in den unteren Abschnitten feuchte Rasselgeräusche; links ist jetzt auch Bronchialathmen vorhanden.

10. V. 01. Das Thier ist vollständig abgemagert und hat ein typisch hektisches Aussehen. Die Perkussion ergiebt über beiden Lungen ausgebreitete Dämpfung; die Athmung geschieht 44 mal in der Minute, die Exspiration ist äusserst angestrengt und erfolgt unter Stöhnen und starker Erweiterung der falschen Nasenlöcher. Der Puls ist bei 60 Schlägen klein und unregelmässig. Eine Schwellung der am Ein-

gange der Brusthöhle liegenden Lymphdrüsen lässt sich nicht feststellen; die supramammären Drüsen haben dagegen nach und nach die Grösse einer doppelten Faust erreicht. Die Veränderungen am Euter sind dieselben wie am 20. III. 01.

Die Entkräftung des Thieres nimmt gleichmässig weiter zu, so dass am 24. V. 01 die Tödtung erfolgt.

Die Gesammtmilchmenge war während des Krankheitsverlaufes gleichmässig gesunken, die Milch war jedoch dem Aussehen nach kaum von der einer gesunden Kuh zu unterscheiden. Die Zahl der mikroskopisch nachweisbaren Tuberkelbazillen schwankte, doch erreichte sie niemals die Grösse wie bei Kuh I. Die Milch aus den infizirten Eutervierteln hatte bald nach der Einspritzung eine mehr graugelbe Farbe und wässerige Beschaffenheit angenommen.

Die Körperwärme der Kuh giebt die Temperaturkurve 4 wieder (Tafel IX).

Sektionsbefund: Stark abgemagertes Thier, Haut schwer abziehbar. Das Gesammteuter ist etwas vergrössert. Die supramammären Lymphdrüsen sind mehr als faustgross und zeigen auf Durchschnitten alle Abstufungen von beginnender bis zu ausgesprochener Verkäsung. Das rechte Vorderviertel des Euters und das linke Hinterviertel zeigen so zahlreiche erbsen- bis bohnengrosse, verkäste graugelbe Knoten, dass von dem eigentlichen Drüsengewebe nur wenig zu sehen ist. In den beiden andern Eutervierteln sind die tuberkulösen Knoten vereinzelt.

An sämmtlichen Organen und Drüsen der Bauchhöhle sowie am Bauchfelle sind nirgends Veränderungen zu finden.

Beide Lungen sind in den unteren Abschnitten in der Ausdehnung von etwa doppelter Handtellergrösse mit der Brustwand verwachsen. Die Pleura ist in der Umgebung der Verwachsungen mit hanfkorn- bis erbsengrossen, röthlich bis graugelb aussehenden Knötchen bedeckt. Die scharfen Ränder der Lungen sind vollständig verstrichen. Nur die unteren Abschnitte der Lungen sind noch lufthaltig, die oberen sind vollständig derb und luftleer. Das ganze Gewebe dieser Theile bildet eine gleichmässige graugelbe Masse, die in der Umgebung der Luftröhrenäste zum Theil bereits eingeschmolzen ist.

Die Bronchial- und Mediastinaldrüsen haben die Grösse einer mittleren Kartoffel und zeigen vorgeschrittene Verkäsung.

In den erkrankten Eutertheilen sind die Tuberkelbazillen mittelzahlreich, in den supramammären Lymphdrüsen zahlreich, in dem eingeschmolzenen Lungengewebe und in dem Luftröhreninhalte jedoch so massenhaft vorhanden, dass in einzelnen Präparaten das Gesichtsfeld fast vollständig von ihnen ausgefüllt ist. Die Photogramme 5 und 6 (Tafel XI) entsprechen einem Ausstrichpräparate aus Bronchialinhalt.

Die Milch der Kuh IV wurde zu folgenden Versuchen benutzt:

Versuch a am 4., 5. und 6. III.

Am 4. III. wurde zwei Meerschweinchen je 1 ccm Rohmilch in die Bauchhöhle gespritzt; beide Thiere gingen nach 4 bezw. 5 Wochen an Impftuberkulose ein.

Am 5. III. und am 6. III. wurden von derselben Milch, die also 1 und 2 Tage gestanden hatte und am zweiten Tage sauer reagirte, je 6 ccm nach dem Erhitzungs-

verfahren 1 in 120 Sekunden auf 85° erhitzt und sofort abgekühlt. An jedem Tage wurden 2 Meerschweinchen mit 1 ccm der erhitzten Milch intraperitoneal geimpft. Alle 4 Thiere waren bei der Tödtung nach 12 Wochen frei von Tuberkulose.

Am 5. III. wurde frisch gemolkene Milch ebenfalls in 120 Sekunden auf 85° erhitzt und in gleicher Weise verimpft. Eins der Thiere wurde tuberkulös, das andere nicht.

Zur weiteren Kontrolle bekamen 2 Meerschweinchen am 6. III. je 1 ccm der sauren Rohmilch in die Bauchhöhle gespritzt. Beide Thiere gingen zu gleicher Zeit an Impftuberkulose zu Grunde, wie die am 4. III. mit frischer Rohmilch geimpften Meerschweinchen.

Bei diesem Versuche war also von den sechs Thieren, welche mit der erhitzten Milch geimpft wurden, eins durch die Impfung tuberkulös geworden. Das Thier wurde 12 Wochen nach der Infektion getödtet, sein Gewicht war in dieser Zeit von 192 g auf 452 g gestiegen. Die Sektion zeigte das aufgerollte Netz mit zahlreichen hirsekorn- bis fast erbsengrossen Knötchen besetzt; die Milz war noch nicht vergrössert; in ihr und in der Leber fanden sich vereinzelte gelbgraue Knötchen. Die Portal- und Mesenterialdrüsen waren mässig vergrössert, einzelne zeigten auf dem Durchschnitte beginnende Verkäsung. Sonst waren tuberkulöse Veränderungen nirgends festzustellen. Die Erhitzung der Milch hatte also eine beträchtliche Verzögerung in der Entwickelung der Tuberkulose herbeigeführt.

Ein Vergleich der Ergebnisse der am 4. und 6. III. mit Rohmilch ausgeführten Impfungen ergiebt, dass die Säuerung der Milch eine Abschwächung der Virulenz der Tuberkelbazillen nicht herbeigeführt hatte.

Versuch b am 16. III. und am 24. V. angestellt.

Zweck der Versuche war, zu ermitteln, ob die künstliche Verdauung die Virulenz der in der Rohmilch enthaltenen Tuberkelbazillen beeinflusst und ob sich ein Unterschied geltend macht, wenn die Milch vorher auf mässig hohe Temperaturgrade erhitzt wurde, die eine Abtödtung der Tuberkelbazillen jedoch noch nicht bedingen. Bei dem ersten Versuche gingen wir in der Weise vor, dass wir zu 150 ccm Rohmilch und ebensoviel auf 75° erhitzter Milch je 0,75 ccm Salzsäure und 0,1 g Pepsin hinzufügten und die Milch im Brutschrank bei 37,5° hielten. In beiden Proben begann der Käsestoff nach 7 Minuten zu einem gleichmässigen, gallertigen Klumpen zu gerinnen. Nach 30, 60 und 90 Minuten wurden kleine Mengen entnommen und zu je 1,0 ccm Meerschweinchen in die Bauchhöhle gespritzt. Die mit unverdauter Rohmilch geimpften Kontrollthiere gingen nach etwa 5 Wochen an Tuberkulose ein. Von den sechs mit verdauter Rohmilch geimpften Meerschweinchen gingen fünf zwischen 4 und 8 Wochen nach der Impfung ebenfalls an Tuberkulose zu Grunde. Das sechste Thier wurde nach sechs Wochen getödtet und zeigte vorgeschrittene Tuberkulose. Eine Regelmässigkeit in dem Sinne, dass diejenigen Thiere, welche mit 60 bezw. 90 Minuten der Pepsin-Salzsäurewirkung ausgesetzter Milch geimpft wurden, später eingingen als die mit den 30 bezw. 60 Minuten verdauten Milchproben geimpften, liess sich nicht erkennen.

Die mit erhitzter Milch geimpften 8 Thiere (2 mit unverdauter und 6 mit verdauter Milch) erkrankten nicht. Es hatte also in diesem Falle die Erhitzung auf 75°, die 138 Sekunden beansprucht hatte, genügt, der Milch ihre Ansteckungsfähigkeit zu nehmen.

Da wir in dem vorstehenden Versuche darüber keine Klarheit erhalten hatten, ob die Tuberkelbazillen in der erhitzten Milch sich der künstlichen Verdauung gegenüber anders verhalten als in der Rohmilch, so wurde der Versuch in erweitertem Umfange am 24. V. wiederholt. Diesmal wurde nur auf 65° erhitzt, und die Verdauung nicht bloss mit Pepsin-Salzsäure, sondern auch mit Trypsin vorgenommen. Ferner wurde ein Theil der 90 Minuten der Pepsin-Salzsäure-Verdauung ausgesetzt gewesenen Milchprobe noch mit Trypsin weiter verdaut. Im Einzelnen gestaltete sich der Versuch folgendermassen:

Meerschweinchen 1 und 2 wurden zur Kontrolle mit je 1 ccm Rohmilch, Meerschweinchen 3 und 4 mit ebensoviel erhitzter Milch intraperitoneal geimpft. Die Erhitzung der Milch auf 65° erforderte 73 Sekunden (Erhitzungsverfahren 3), die Abkühlung auf 30° 50 Sekunden. Zu 150 ccm frischer, auf 65° erhitzter und sofort abgekühlter Milch wurden 0,75 ccm 25% Salzsäure (acid hydrochlor. dilut.) + 0,1 g Pepsin (letzteres mit etwas Milch verrührt) zugesetzt und gut gemengt. Das Gemenge wurde in den auf 38,3° eingestellten Brutschrank gebracht und der Verdauung überlassen. Nach 6 Minuten zeigte sich der Käsestoff zu einem homogenen, gallertigen Bruch geronnen. Die Temperatur der Milch betrug beim Einstellen in den Brutschrank 20,5°, nach 30 Minuten 26°, nach 60 Min. 29°, nach 90 Min. 31°. ½, 1 und 1½ Stunden nach dem Beginne der künstlichen Verdauung wurden kleine Mengen Kasein und Serum entnommen, durcheinandergemischt und in Dosen von 1,0 auf Meerschweinchen intraperitoneal verimpft (Thiere 5—10).

Zu weiteren 150 ccm auf 65° erhitzter Milch wurden 0,5 g Soda und dann 0,08 g Trypsin, das vorher mit etwas Milch angerührt wurde, zugesetzt. Die mit Trypsin versetzte Milchprobe wurde in gleicher Weise behandelt und verimpft wie die Pepsin-Milch (Meerschweinchen 11—16). Bei der Trypsinverdauung sonderte sich in der ersten halben Stunde eine 1 cm hohe Schicht von gelblicher Farbe ab, während die übrige Milch einen weisslich-grauen Farbenton annahm. Vor der Entnahme wurde jedesmal gut durchgeschüttelt.

Der von der Pepsinverdauung übrig gebliebene Rest (135 ccm) wurde mit 5% Natriumkarbonatlösung alkalisch gemacht, alsdann wurde ein Ueberschuss von 0,35 g Soda zugesetzt und hierauf 0,08 g Trypsin beigemengt. Das Gemisch wurde in den Brutschrank (38,3) verbracht; nach ½, 1 und 1½ Stunden wurden Proben entnommen und in der oben angeführten Weise auf Meerschweinchen 17—22 verimpft. Der Bruch war inzwischen in ein grobklumpiges, nicht zusammenhängendes Gerinnsel zerfallen, das sich nach und nach aufzulösen begann. Die Molke hatte eine saftig gelbe Farbe angenommen.

Sämmtliche 22 Thiere erwiesen sich bei der Tödtung nach vier Wochen als tuberkulös; regelmässige Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen traten nicht hervor. Die rasche Erhitzung auf 65° hatte also weder allein noch in Verbindung mit der künstlichen Verdauung die Ansteckungstüchtigkeit der Milch herabzusetzen vermocht.

Versuch c. 20. III. 01.

Zweck des Versuches war, zu ermitteln, wie lange die Milch der Kuh IV auf 80° erhitzt werden musste, um ihr die Ansteckungsfähigkeit für Meerschweinchen zu nehmen. Wir wärmten die Milch im Glycerinbade langsam bis auf 80° an und hielten sie dann 5, 10 und 15 Minuten bei dieser Temperatur. Es gelang, die Wärme der Milch ziemlich konstant zu halten, nur bei der 15 Minuten dauernden Erhitzung ging sie bis auf 81,2°.

Die mit erhitzter Milch geimpften Meerschweinchen waren frei von Veränderungen, während die mit Rohmilch infizirten bei der Tödtung vorgeschrittene Tuberkulose zeigten.

Versuch d. Fütterungsversuch 8. V.—21. V. 01.

Benutzt wurde zu diesem Versuche eine Mischmilch der Kuh IV, der Kuh III und einer Kuh A. Die letztere reagirte zwar auf Tuberkulin, es waren aber weder klinisch an ihr Zeichen von Tuberkulose festzustellen, noch wurde das mit ihrer Milch geimpfte Meerschweinchen tuberkulös. Die mit der Milch von Kuh IV und von Kuh III zur Kontrolle intraperitoneal infizirten Meerschweinchen zeigten bei der fünf Wochen nach der Impfung erfolgten Tödtung vorgeschrittene tuberkulöse Veränderungen.

Das quantitative Verhältniss der drei Milchsorten an jedem Fütterungstage ist aus der Tabelle 25 zu ersehen. Die Milch wurde nach dem Erhitzungsverfahren 3 auf 85°, 90°, 95° und 98° erhitzt und in besonders bezeichneten Glasschalen in täglichen Mengen von je 200 ccm an die einzelnen Ferkel verfüttert. Die Erhitzung auf 85° erforderte durchschnittlich 79 Sek., die auf 90° 92 Sek., die auf 95° 79 Sek. und die auf 98° 76 Sek. Die sofortige Abkühlung auf 30° dauerte gewöhnlich 50 Sekunden. Je zwei mit gleichbehandelter Milch gefütterte Thiere wurden in den neuerbauten Versuchsställen des bakteriologischen Laboratoriums II des Gesundheitsamtes in räumlich weit von einander entfernt gelegenen Boxen gehalten.

Tabelle 25.

Datum	Kuh IV		Kuh III		Kuh A.		Datum	Kuh IV		Kuh III		Kuh A.	
8. V.	1540	+	360	+	300	ccm	15. V.	610	+	225	+	1365	ccm
9. V.	840	+	270	+	1090	„	16. V.	680	+	250	+	1270	„
10. V.	810	+	210	+	1180	„	17. V.	655	+	210	+	1330	„
11. V.	900	+	250	+	1050	„	18. V.	600	+	235	+	1365	„
12. V.	900	+	240	+	1060	„	19. V.	580	+	120	+	1500	„
13. V.	875	+	250	+	1075	„	20 V.	520	+	250	+	1430	„
14. V.	725	+	255	+	1220	„	21. V.	565	+	250	+	1385	„

In der siebenten bezw. achten Woche nach dem Beginne der Fütterung wurden die zehn Ferkel getödtet. Eins der beiden mit Rohmilch gefütterten Thiere zeigte eine beginnende Tuberkulose, die übrigen neun waren frei von tuberkulösen Veränderungen. Bei dem erkrankten Ferkel liessen sich in einer der Einmündungsstelle des Dünndarms in den Dickdarm nahe gelegenen Gekrösdrüse Tuberkelbazillen nachweisen, sonst erschien auch dieses Thier gesund.

Die mit der Milch von Kuh IV angestellten Versuche ergaben zunächst, dass wir hier eine wenig infektiöse Milch vor uns hatten. Dies zeigt sich sowohl in dem Gesundbleiben des einen mit der Rohmilch gefütterten Ferkels, als auch in der Thatsache, dass schon die kurz dauernde Erhitzung auf 75° hingereicht hatte, der Milch ihre Ansteckungsfähigkeit für Meerschweinchen zu nehmen. Die geringe Virulenz der Milch ist um so auffälliger als die Sektion ausgedehnte tuberkulöse Veränderungen in der Milchdrüse ergab und die verfütterte Rohmilch der Kuh zu einer Zeit entmolken wurde, als dieselbe schon hochgradig kachektisch war. Die beiden Kühe I und IV bilden in diesem Punkte ausgesprochene Gegensätze. Dort ein eutertuberkulöses Thier in gutem Ernährungszustande mit hochvirulenter Milch, hier ein solches in vorgeschrittener Abmagerung mit einer Milch, die an Ansteckungstüchtigkeit hinter derjenigen der Kuh I zurückstand. Man muss sich also hüten, aus dem Zustande eines Thieres Rückschlüsse auf die Gefährlichkeit der Produkte desselben zu machen.

Dass die künstliche Verdauung mittelst Pepsin, mittelst Trypsin und mittelst Pepsin plus Trypsin die Virulenz selbst der auf 65° erhitzten Milch nicht beeinflusste, ist bemerkenswerth. Man darf daher bei der Einführung der Tuberkelbazillen in die Verdauungswege nicht damit rechnen, dass der Organismus durch seine Verdauungssäfte gegen die Ansteckung geschützt wird.

Von den Ergebnissen unserer Erhitzungsversuche, welche wir der besseren Uebersicht wegen in der Tabelle 26 noch einmal zusammengestellt haben, ist zunächst bemerkenswerth, dass bei den Versuchen im Grossbetriebe die Erhitzung auf 85° im kontinuirlichen Betriebe immer hingereicht hat, der Rohmilch ihre Ansteckungsfähigkeit für Meerschweinchen zu nehmen, dass dagegen bei den Laboratoriumsversuchen die Resultate schwanken. Da die zur Erhitzung verwendete Zeitdauer sich in allen Versuchen, wenn von den Dauererhitzungen abgesehen wird, ziemlich nahe kommt, so darf sie unseres Erachtens zur Erklärung der Unterschiede in den Ergebnissen nicht herangezogen werden. Viel näher scheint es uns zu liegen, den Grund in der Verschiedenheit des Ausgangsmateriales und in der Verschiedenheit des Erhitzungsverfahrens zu suchen.

Bei den Versuchen mit den grossen Erhitzern war die infektiöse Milch stets mehr oder weniger verdünnt. Die von den Fabriken gelegentlich der Geschwindigkeitsmessungen für die Erhitzungsversuche angelieferte Milch war immer frei von Tuberkelbazillen, so dass die Verdünnung der von uns zugesetzten tuberkelbazillenhaltigen Milch mindestens 1 : 65 betrug. Berücksichtigt man noch, dass zu diesen Versuchen die Milch der Kühe III und IV benutzt wurde, welche nicht sehr viele Tuberkelbazillen enthielt, so geht man in der Annahme nicht fehl, dass in der Mischmilch die letzteren verhältnissmässig spärlich vorhanden waren. Gleiche Verhältnisse dürften für die Rohmilch der Molkereibetriebe A., B. und C., wie überhaupt für die Molkereien im Allgemeinen zutreffen.

Bei den Laboratoriumsversuchen dagegen wurde immer die Milch der kranken Euter allein verwendet, nur bei zwei Fütterungsversuchen wurde die gleiche bezw. doppelte Menge Milch einer gesunden Kuh zugesetzt. Wir haben es also bei den

Tabelle 26. **Uebersichtstabelle über die von uns angestellten Erhitzungsversuche.**

A. Versuche im Laboratorium:

Lfde. Nr. der Versuche	Die Milch stammte von	Erhitzungs-Verfahren	Art der einzelnen Versuche	Zahl und Art der Versuchsthiere in Reihen (einschliesslich Kontrollthiere)	Erhitzt wurde: a) auf welche Temperatur? b) in welcher Zeit? c) Ergebniss? Tuberkulose oder nicht?					Kontrollthier	Bemerkungen
1. (S. 289)	Kuh I	1	Impf-versuch	16 Meer-schweinchen in 4 Reihen	a)	82–85°	90°	99°	.	.	" = Sekunden.
					b)	122"	70"	60"	.	.	
					c)	—	—	—	.	+	
2. (S. 290)	„	1	„	6 Meer-schweinchen in 2 Reihen	a)	85°	.	.	.	.	
					b)	93"	.	.	.	.	
					c)	+	.	.	.	+	
3. (S. 290)	„	2	Fütterungs-versuch	4 Ferkel in 2 Reihen	a)	85°	.	.	.	.	*) Bei den Fütterungsversuchen ist die durchschnittliche Erhitzungsdauer angegeben. Oberste Grenze 90", unterste Grenze 50".
					b)	*) 60"	.	.	.	.	
					c)	+	.	.	.	+	
4. (S. 294)	Kuh II	1	Impf-versuch	30 Meer-schweinchen in 5 Reihen	a)	85°	90°	95°	98°	.	
					b)	78"	80"	85"	140"	.	
					c)	—	—	—	—	+	
5. (S. 295)	„	1	„	20 Meer-schweinchen in 5 Reihen	a)	85°	90°	94,7°	98°	.	
					b)	85"	105"	105"	92"	.	
					c)	+	+	+	+	+	
6. (S. 296)	Kuh II + Kuh III	3	Fütterungs-versuch	10 Ferkel in 5 Reihen	a)	85°	90°	95°	98°	.	oberste Grenze; unterste Grenze bei 85° . . . 112" . . . 86" „ 90° . . . 107" . . . 87" „ 95° . . . 105" . . . 90" „ 98° . . . 98" . . . 75"
					b)	94"	96"	97"	91"	.	
					c)	+	+	+	+	+	
7. (S. 302)	Kuh III	1	Impf-versuch	20 Meer-schweinchen in 5 Reihen	a)	85°	90°	95°	98°	.	
					b)	121"	108"	120"	78"	.	
					c)	—	—	—	—	+	
8 (S. 303)	„	1	„	20 Meer-schweinchen in 5 Reihen	a)	85°	90°	95°	98°	.	
					b)	133" + 107"	190" + 50"	140" + 100"	135" + 105"	.	
					c)	—	—	—	—	+	
9. (S. 303)	„	3	Fütterungs-versuch	10 Ferkel in 5 Reihen	a)	85°	90°	95°	98°	.	oberste Grenze; unterste Grenze bei 85° . . . 95" . . . 85" „ 90° . . . 102" . . . 87" „ 95° . . . 97" . . . 90" „ 98° . . . 95" . . . 60"
					b)	90" + 60"	94" + 60"	92" + 60"	88" + 60"	.	
					c)	+	—	—	—	+	
10. (S. 309)	Kuh IV	1	Impf-versuch	10 Meer-schweinchen in 5 Reihen	a)	*) 85°	**) 85°	***) 85°	.	.	*) Milch frisch entmolken. **) Milch 24 Stunden alt. ***) Milch 48 Stunden alt (sauer). Nach dem Erhitzen in derselben feinste Gerinnsel.
					b)	120"	120"	120"	.	.	
					c)	+	—	—	.	+	
11. (S. 310)	„	3	„	38 Meer-schweinchen in 6 Reihen	a)	65°	75°	.	.	.	
					b)	73"	138"			.	
					c)	+	—	.	.	+	
12. (S. 312)	„	1	„	11 Meer-schweinchen in 4 Reihen	a)	80°	80°	80°	.	.	
					b)	11' + 5'	13' + 10'	7' 30" + 15'	.	.	
					c)	—	—	—	.	+	

Lfde. Nr. der Versuche	Die Milch stammte von	Erhitzungs-Verfahren	Art der einzelnen Versuche	Zahl und Art der Versuchsthiere in Reihen (einschliesslich Kontrollthiere)	Erhitzt wurde: a) auf welche Temperatur? b) in welcher Zeit? c) Ergebniss? Tuberkulose oder nicht?					Kontrollthiere	Bemerkungen
13. (S. 312)	Kuh IV + Kuh III	3	Fütterungsversuch	10 Ferkel in 5 Reihen	a)	85°	90°	95°	98°	.	oberste Grenze; unterste Grenze bei 85° . . . 108" . . . 65" „ 90° . . . 110" . . . 75" „ 95° . . . 104" . . . 65" „ 98° . . . 93" . . . 60"
					b)	79"	92"	79"	76"	.	
					c)	—	—	—	—	+	

B. Versuche im Grossbetrieb:

Lfde. Nr. der Versuche	Verwendete Milch	Verwendeter Erhitzungsapparat	Art der einzelnen Versuche	Zahl und Art der Versuchsthiere in Reihen (einschliesslich Kontrollthiere)	Erhitzt wurde: a) auf welche Temperatur? b) wie lange? c) Ergebniss? Tuberkulose oder nicht?					Kontrollthiere	Bemerkungen
14. (S. 233)	Angelieferte Molkerei-Milch	Bergedorfer Erhitzer (Molkerei zu A)	Impfversuch	54 Meerschweinchen in 5 Reihen	a)	84°	87°	.	.	.	*) C = Kontinuirlicher Betrieb.
					b)	*) C	C	.	.	.	
					c)	—	—	.	.	.	
15. (S. 242)	„	Ahlborn-scher Erhitzer (Molkerei zu B)	„	20 Meerschweinchen in 5 Reihen	a)	100°	101°	101,5°	.	.	
					b)	C	C	C	.	.	
					c)	—	—	—	.	+	
16. (S. 249)	„	Lefeldt u. Lentsch' Erhitzer „Mors" (Molkerei zu C)	„	35 Meerschweinchen in 5 Reihen	a)	85—86°	100°	.	.	.	
					b)	C	C	.	.	.	
					c)	—	—	.	.	+	
17. (S. 266)	Molkerei-Milch + Milch v. Kuh III u. IV	Bergedorfer Erhitzer (Fabrik)	„	80 Meerschweinchen in 20 Reihen	a)	85°	90°	95°	100°	.	
					b)	C C + 1—5'	C C + 1—4'	C C + 1—3'	C C + 1—3'	.	
					c)	— —	— —	— —	— —	+	
18. (S. 274)	„	Ahlbornscher Erhitzer (Fabrik)	„	40 Meerschweinchen in 9 Reihen	a)	85°	90°	95°	100°	.	
					b)	C C + 1'	C C + 1'	C C + 1'	C C + 1'	.	
					c)	— —	— —	— —	— —	+	
19. (S. 278)	„	Lefeldt u. Lentsch' Erhitzer „Mors" (Fabrik)	„	30 Meerschweinchen in 9 Reihen	a)	85°	90°	95°	100°	.	
					b)	C C + 1'	C C + 1'	C C + 1'	C C + 1'	.	
					c)	— —	— —	— —	— —	+	
20. (S. 283)	„	Kleemann-scher Hochdruckerhitzer (Fabrik)	„	27 Meerschweinchen in 9 Reihen	a)	85°	90°	95°	100°	.	
					b)	C C + 1'	C C + 1'	C C + 1'	C C + 1'	.	
					c)	— —	— —	— —	— —	+	

Laboratoriumsversuchen gegenüber den Versuchen im Grossbetriebe mit einem konzentrirten Infektionsstoffe zu thun, der um so mehr Geltung beansprucht, wenn man annimmt, dass bei der Erhitzung auf bestimmte Temperaturgrade nur ein Theil der Bakterien abgetödtet, der übrige aber in seiner Lebensenergie bloss geschwächt wird. Für das Zustandekommen der Infektion gerade bei abgeschwächtem Ansteckungsstoffe ist es aber neben dem Grade der Abschwächung von schwerwiegender Bedeutung, ob in dem letzteren eine grössere oder kleinere Zahl von Bakterien auf den Körper einzuwirken vermögen. Während die Abwehrkräfte des Organismus eine kleine Menge der geschwächten Krankheitserreger vielleicht noch ganz zu vernichten im Stande sind, vermögen sie bei einer grossen Zahl derselben die Erkrankung wohl zu verzögern, aber nicht mehr vollständig zu verhindern.

Wesentlicher noch als die Verdünnung ist für die Vernichtung der Krankheitserreger in den Erhitzern die starke Bewegung, in welcher die einzelnen Milchtheilchen in den neueren Apparaten sich befinden. Wenn wir uns auch bemühten, bei unsern Laboratoriumsversuchen die Milch in steter Bewegung zu halten, so war der erzielte Erfolg doch nicht zu vergleichen mit dem, was durch das Rührwerk, die Pumpe und die Querschnittsänderungen in den Milchwegen der Apparate erreicht wird. Wir möchten den Werth der starken Bewegung für die Abtödtung der Bakterien in der Milch deshalb so hoch schätzen, weil durch sie die Bazillen bis zu einem gewissen Grade von der schützenden Umhüllung durch fremde Stoffe befreit und in vereinzelten Exemplaren an die Heizflächen herangebracht werden. Wie wir im Abschnitt III dargelegt haben, ist der Weg, welchen das einzelne Milchtheilchen bezw. Bakterium auf seiner Spiralbahn zurückzulegen hat, ein recht beträchtlicher; diese durch die Rührwerke verursachte Wegverlängerung giebt erst die Möglichkeit, jeden einzelnen in der Milch enthaltenen Keim mit den Heizflächen in Berührung zu bringen und damit zu vernichten. Es liegen also die Verhältnisse für die Abtödtung der Krankheitserreger in den neueren, mit Rührwerken und zwangsläufiger Führung versehenen Erhitzern wesentlich günstiger als sie in den Laboratorien bei gleicher Erhitzungsdauer und gleicher Höhe der Temperatur zur Verwendung gebracht werden können. Wir halten es daher nicht für angängig, auf Grund der Laboratoriumsversuche allein eine Norm für die Erhitzung im Grossbetriebe aufzustellen. Der Unterschied, welcher zwischen den Ergebnissen der beiden Gruppen unserer Erhitzungsversuche hervortritt, dünkt uns ein hinreichender Beweis für diese Anschauung.

Gehen wir nun etwas näher auf unsere Laboratoriumsversuche ein, so sind diejenigen gesondert zu betrachten, welche mit der Milch von Kuh I und Kuh II angestellt wurden. Das von diesen Thieren stammende Versuchsmaterial bot einige Besonderheiten, welche auch bei den Versuchen anderer Forscher häufig genug auf das Ergebniss eingewirkt haben mögen. Auf die Einzelheiten, welche oben schon erörtert sind, soll hier nicht weiter eingegangen werden, ihre Bedeutung für die Resultate tritt aber um so mehr hervor, als wir peinlichst Obacht gaben, dass bei den Parallelversuchen unter ganz gleichen Bedingungen gearbeitet wurde. Es ist eben nicht zu vergessen, dass wir in der Milch keinen einheitlichen Körper von gleich-

mässiger Zusammensetzung vor uns haben, sondern ein Material, dessen Beschaffenheit ständig schwankt und in dem wir grob sinnlich Veränderungen erst dann wahrnehmen können, wenn dieselben schon ziemlich weit vorgeschritten sind. Dadurch erklären sich z. B. zwanglos die verschiedenen Ergebnisse der unter Nr. 4 und 5 in der Tabelle aufgeführten Impfversuche. Im Versuche 4 hatte die in 78 Sekunden bewirkte Erhitzung der Milch auf 85° genügt, sie für Meerschweinchen unschädlich zu machen, während im Versuche 5 die Milch derselben Kuh gegenüber der Erhitzung auf 98° in 92 Sekunden ihre Ansteckungsgefahr bewahrt hatte. Dort zeigte die Milch beim Erhitzen keine Veränderung, hier gerann sie, obgleich frisch gemolken, in Folge einer Umgestaltung ihrer chemischen Zusammensetzung.

Die Bedeutung der Schwankungen in der physikalischen Beschaffenheit zeigt ein Vergleich zwischen Versuch 1 und 2. Die Erhitzung auf 82—85° in 122 Sekunden hatte zunächst zur Abtödtung genügt, bei dem später vorgenommenen Kontrollversuch (Nr. 2), als Gewebsfetzen in der Milch nachgewiesen wurden, reichte die Erhitzung auf 85° in 93 Sekunden nicht mehr hin, obgleich im ersten Falle nur die Milch aus dem kranken Euterviertel, im letzteren die Gesammtmilch der Kuh benutzt wurde.

Die mit der Milch der Kühe III und IV angestellten Versuche sind in sich gleichmässiger. Nur ein einziges der Meerschweinchen, welche mit Milch geimpft waren, die auf 85° erhitzt wurde, erwies sich bei der Tödtung als tuberkulös.

Im Versuche Nr. 11 hatte sogar die allerdings etwas langsamer vor sich gegangene Erhitzung auf 75° es vermocht, die Milch für Meerschweinchen ungefährlich zu machen.

Die Ergebnisse unserer Fütterungsversuche seien noch kurz erörtert, weil sie über die Art, wie bei der Aufnahme tuberkelbazillenhaltigen Materiales in die Verdauungswege die Ansteckung zu Stande kommt, einigen Aufschluss zu geben vermögen. Am reinsten sind die Fälle im Versuch Kuh I c.

Die vier mit Rohmilch gefütterten Ferkel, welche sechs bis acht Wochen nach dem Beginne der Fütterung getödtet wurden, zeigten alle eine reine Drüsentuberkulose, die Kehlgangs- und Gekrösdrüsen waren jedesmal befallen, während an den Schleimhäuten, die von den Bazillen passirt sein mussten, trotz sorgfältigster Untersuchung nur einmal eine Erkrankung sich feststellen liess. Die Veränderungen in den Kehlgangsdrüsen und in den Gekrösdrüsen waren gleich weit vorgeschritten; wir glauben daraus schliessen zu können, dass die Erreger gleichzeitig sowohl von der Schleimhaut des Maules, wie von der des Darmes aufgenommen wurden. Von den zwei mit erhitzter Milch gefütterten Thieren war bei dem sechs Wochen nach Beginn der Fütterung getödteten Ferkel die Tuberkulose nur in der Kehlgangsdrüse nachzuweisen und hier erst durch die Weiterimpfung. Das zweite, 14 Tage später als dieses getödtete Thier zeigte tuberkulöse Veränderungen sowohl in den Kehlgangs- wie in den Gekrösdrüsen, aber die Tuberkulose war weniger ausgesprochen als bei den mit Rohmilch gefütterten Parallelthieren Nr. 2 und 4.

Die Bronchialdrüsen waren bei vier von den sechs Ferkeln erkrankt, ob dieselben auf dem Lymphwege infizirt waren oder ob aus der Maulhöhle tuberkelbazillenhaltige Milchpartikel auf die Bronchialschleimhaut gelangt waren, lassen wir

dahin gestellt. Bekanntlich geräth bei Schweinen verhältnissmässig leicht ein Theil des Inhaltes der Maulhöhle in die Luftwege.

Bei keinem der sechs Thiere war eine tuberkulöse Erkrankung der Leber, der Milz oder der Lungen festzustellen. Wir hatten hier also das erste Stadium der Fütterungstuberkulose, die Erkrankung des Systems der Hals-, Gekrös- und Luftröhrendrüsen, in reiner Form vor uns.

Anders gestalteten sich die Verhältnisse beim Versuch Kuh II c. Zwar waren hier auch bei allen 10 Ferkeln die Kehlgangs- und Gekrösdrüsen erkrankt, während die Darmschleimhaut bei keinem Thiere Veränderungen zeigte, aber die Organe der Bauch- und Brusthöhle waren schon mit ergriffen. Es erklärt sich dies dadurch, dass bei diesem Versuche die Ferkel erst neun bis zehn Wochen nach dem Beginne der Fütterung mit der infektiösen Milch getödtet wurden. Die Erkrankungen der Organe bestanden in dem Auftreten von mehr oder minder zahlreichen, glasig durchscheinenden oder graugelb aussehenden Knötchen. Immer waren die Veränderungen in den Organen jünger als diejenigen in den Kehlgangs- und Gekrösdrüsen. Von den 10 Thieren waren bei 6 die Milz, bei 5 die Leber und bei 7 die Lungen erkrankt. In 4 Fällen waren die letzteren befallen, ohne dass wir in den Bronchialdrüsen Tuberkulose nachweisen konnten. Wir fanden die Knötchen hier immer unter der Pleuraoberfläche, während auf Durchschnitten durch das Lungengewebe keine gefunden wurden.

Die Bronchialdrüsen waren im Ganzen nur 4 mal erkrankt.

Die Thiere des Versuches Kuh II c, bei welchen den Tuberkelbazillen länger Zeit gelassen war, ihre Wirksamkeit zu entfalten, befanden sich fast alle im zweiten Stadium der Fütterungstuberkulose; die Bazillen hatten die Drüsenzone überschritten und in den Organen zur Bildung der Knötchen geführt. Bei keinem der 10 Thiere liessen sich aber Veränderungen an den Schleimhäuten nachweisen, von denen aus die Tuberkelbazillen aufgenommen sein mussten.

Bei dem mit Rohmilch der Kuh III gefütterten Ferkel 2 (No. 1 war zu früh getödtet) fanden wir 13 Wochen nach dem Beginne der Fütterung das zweite Stadium der Tuberkulose (Drüsen- und Organerkrankung), während zu derselben Zeit bei Ferkel 4, welches mit gleichen Mengen auf 85° erhitzter Milch gefüttert war, erst eine Tuberkulose der Kehlgangs- und Mesenterialdrüsen vorhanden war. Bei beiden Thieren waren die Schleimhäute der Verdauungswege ohne jede sichtbare Veränderung. Der durch die Erhitzung abgeschwächte Infektionsstoff hatte es also noch zu einer Ansteckung der Drüsenzone gebracht (das Parallelferkel No. 3 war überhaupt nicht erkrankt), weiter waren aber die Bazillen in den 13 Wochen nicht vorgedrungen, während die in der Rohmilch enthaltenen Tuberkelbazillen die erste Zone schon überschritten und die Organe in Mitleidenschaft gezogen hatten.

Von den mit Milch der Kuh IV gefütterten Ferkeln war das allein erkrankte im allerersten Beginne der Tuberkulose; eine Gekrösdrüse und zwar eine, welche in dem Mesenterium des Dünndarm-Dickdarmüberganges lag, zeigte geringe Veränderungen, in denen aber Tuberkelbazillen nachgewiesen werden konnten. Die Schleimhaut der entsprechenden Gegend im Darm war unversehrt.

Die Frage der Infektiosität erhitzter tuberkelbazillenhaltiger Milch hat schon eine Reihe von Forschern beschäftigt, die Ergebnisse ihrer Untersuchungen sind jedoch so wechselnd, dass es sich verlohnen dürfte, der Ursache für diese im ersten Augenblicke auffällig erscheinende Thatsache etwas nachzugehen. Vielleicht geben die bei unsern Versuchen gemachten Beobachtungen einen Fingerzeig, in welcher Richtung die Gründe für die Verschiedenheit der Ergebnisse zu suchen sind.

Um eine leichtere Uebersicht über die Ergebnisse der von den anderen Forschern angestellten Versuche zu gewinnen, empfiehlt es sich, die Versuche in solche zu trennen, die mit Milch angestellt wurden, welche auf natürlichem Wege infizirt war, und in solche, bei denen der Milch entweder Tuberkelbazillen in Reinkultur oder tuberkelbazillenhaltiges Material zugesetzt wurde.

Zur ersteren Gruppe gehören die Arbeiten folgender Forscher: Bang, Forster und de **Man, Morgenroth** und Beck.

Bang erwärmte in seinen ersten Versuchen den „aufgeschwemmten, stark bazillushaltigen" Bodensatz von Milch im Wasserbade eine Viertelstunde lang bis auf 72° C. Die mit 1 g dieser Flüssigkeit subkutan geimpften Kaninchen wurden nach 8 Wochen getödtet und erwiesen sich als gesund; dasselbe Ergebniss erzielte er bei einer 5 Minuten langen Erhitzung auf 70°. Eine 5 Minuten lang dauernde Erhitzung auf 65° jedoch hatte nicht genügt, die Tuberkelbazillen unschädlich zu machen.

In seinen späteren Versuchen verwendete Bang die Milch von Kühen, die an Eutertuberkulose litten, um so die Versuche möglichst der Wirklichkeit anzupassen.

Die Milch wurde theils unverdünnt, d. h. nur den kranken Eutervierteln entnommen, theils vermischt mit der Milch von den scheinbar gesunden Eutervierteln des gleichen Thieres zentrifugirt, der Bodensatz in zentrifugirter Milch aufgeschwemmt und auf die erforderlichen Temperaturen erhitzt. Hierbei fand Bang, dass eine 5 Minuten lange Erhitzung auf 50, 60, 65 und 70° zur Abtödtung der Tuberkelbazillen nicht ausreichend war, wenn auch bei den höheren Temperaturgraden der Sektionsbefund der Versuchsthiere eine deutliche Abschwächung des Virus erkennen liess. Selbst eine Erhitzung bis zu 15 Minuten reichte bei diesen Wärmegraden nicht aus, um die in der Milch enthaltenen Tuberkelbazillen zu vernichten. Bei Erhitzung auf 80° waren die Ergebnisse auffallend verschieden. In einer Versuchsreihe erkrankten von 4 Kaninchen, die mit Milch geimpft waren, welche 5 Minuten lang auf 80° erhitzt worden war, 3 an Tuberkulose. In einer anderen Versuchsreihe genügte die momentane Erhitzung der Milch auf 80°, um sie für die geimpften Thiere unschädlich zu machen. — Ob die bei diesem letzten Versuche erwähnte sofortige Abkühlung in Eiswasser eine weitere Schädigung der ohnehin geschwächten Bazillen zu bewirken vermochte, sei dahingestellt; sicherlich ist aber die Wahrscheinlichkeit nicht von der Hand zu weisen, dass bei derartigen ungleichen Ergebnissen die ungleiche Beschaffenheit der verwendeten Milchproben eine Rolle spielt. Als Belag hierfür verweisen wir auf unsere Versuche 1 und 2. (Siehe Tabelle.)

Momentane und 5 Minuten lange Erhitzung auf 85° war bei den Bang'schen Versuchen hinreichend, die Tuberkelbazillen abzutödten. 6 Kaninchen, welchen in 3 verschiedenen Versuchsreihen so erhitzte Milch eingespritzt wurde, erwiesen sich als gesund, als sie nach 2½ bezw. 3¾ und 4 Monaten getödtet wurden.

Forster und de Man verwendeten zu ihren Erhitzungsversuchen ausser anderem tuberkelbazillenhaltigen Material auch Milchsaft, der aus tuberkulös veränderten Eutern abgestreift worden war. Die Ergebnisse ihrer Versuche sind folgende: die Tuberkelbazillen wurden abgetödtet:

bei 55° nach 4 Stunden,
bei 60° nach 1 Stunde,
bei 65° nach ¼ Stunde[1]),
bei 70° nach 10 Minuten,
bei 80° nach 5 Minuten,
bei 90° nach 2 Minuten,
bei 95° nach 1 Minute.

[1]) Auf Grund dieses Ergebnisses wird — der Anregung Forster's folgend — in Amsterdam und Strassburg „krankheitskeimfreie Milch" im Grossbetriebe in der Weise hergestellt, dass die Milch in mit Gummistöpseln verschlossenen Literflaschen im Wasserbade auf 65° erwärmt und 25—30 Minuten lang bei dieser Temperatur erhalten wird. Die Kosten belaufen sich pro Flasche auf 2 Pfg.

de Man giebt zu, dass das in den dünnen Röhrchen befindliche tuberkulöse Material nicht stets eine dünnflüssige Substanz, sondern meistens eine ziemlich dicke, zähe Flüssigkeit darstellte, welche in den „nicht zu weiten Röhrchen" wenig beweglich war. Ausserdem waren nach seiner Angabe auch immer Gewebsbestandtheile in dem zur Erhitzung gelangenden Material vorhanden. Dass diese Verhältnisse ein gleichmässiges Einwirken der Wärme auf die Tuberkelbazillen erschweren, ist einleuchtend.

Morgenroth verlangt eine Erhitzung der tuberkelbazillenhaltigen Milch auf 70° etwa 30 Minuten lang, wenn die Krankheitserreger unschädlich gemacht werden sollen.

Bei Erhitzung auf 100° müsse diese Temperatur etwa 3—5 Minuten lang einwirken, um die Tuberkelbazillen zu vernichten und zwar besonders dann, wenn die Milch nach dem Erhitzen sofort abgekühlt würde. Bei Erhitzungsversuchen im Thermophor benutzte er Aufschwemmungen von alten Reinkulturen in Milch. Nach 1—2 stündigem Einwirken der Thermophorwärme (erreichte Wärme 55°) enthielt die Milch noch lebende Tuberkelbazillen; bei 2 Stunden langem Einwirken zeigte sich eine derartig hochgradige Abschwächung der Tuberkelbazillen, dass die Meerschweinchen erst 5 Monate nach der Impfung an Tuberkulose eingingen Hatte die Milch 3 Stunden lang im Thermophor verweilt, so waren alle Tuberkelbazillen abgetödtet. Auf diesen Befund soll später noch etwas näher eingegangen werden.

Beck ist der Ansicht, dass ein einmaliges Aufkochen der Milch nicht genüge, um sämmtliche vegetativen Keime in derselben zu zerstören. Nach seinen Versuchen ist ein halbstündiges Erhitzen grösserer Mengen tuberkelbazillenhaltiger Milch auf 80° nicht im Stande, die Abtödtung der Bazillen zu bewirken. Das Material zu diesen Versuchen bestand in einer Anzahl von tuberkelbazillenhaltigen Marktmilchproben und in Aufschwemmungen von Tuberkelbazillen-Reinkulturen. 1 mg Kultur wurde mit 10 ccm sterilisirtem Wasser fein verrieben und diese Mischung absetzen lassen. Von der oberen Schicht, worin die Tuberkelbazillen einzeln suspendirt waren, wurde 1 ccm zu etwa $^1/_2$ l Milch zugesetzt.

Mit künstlich infizirter Milch hat eine grössere Anzahl von Forschern gearbeitet:

May machte Aufschwemmungen von Lungenstückchen eines Phthisikers in Milch und Wasser und erhitzte dieses Material bis zum Aufwallen. Die alsdann ausgeführten Verimpfungen auf Meerschweinchen ergaben, dass einmaliges Aufwallen genügte, um die Ansteckungsfähigkeit des Impfstoffes aufzuheben.

Sormani benutzte nach Morgenroth zu seinen Versuchen Milch, die er durch Beimengung von Tuberkelbazillen aus Reinkulturen infizirt hatte. Eine 10 Minuten lang andauernde Erhitzung auf 70, 80 und 90° genügte nach seinen Ergebnissen nicht, dem Impfmaterial die Ansteckungsfähigkeit zu nehmen.

Yersin fand, dass Tuberkelbazillen in der Milch durch eine 10 Minuten lange Erhitzung auf 75° abgetödtet wurden, während sie die ebenso lange dauernde Einwirkung von 65° überstanden.

Schill und Fischer gelang es, mit 2 Minuten lang gekochtem tuberkulösem Sputum Thiere zu infiziren; nach 5 Minuten langem Kochen war die Infektiosität des Sputums erloschen.

Grancher und Gennes kamen zu dem Ergebniss, dass einmaliges Aufkochen tuberkulöser Sputa nicht immer zur Tödtung der Bazillen genüge.

Galtier fand bei seinen Versuchen, dass eine 20 Minuten lang dauernde Erhitzung auf 60° und eine 10 Minuten lang dauernde auf 70° nicht im Stande war, das tuberkulöse Gift zu zerstören.

Voelsch verwendete Aufschwemmungen von Tuberkelbazillen - Reinkulturen bezw. Phthisiker-Sputum in Kochsalzlösung und kam zu dem Ergebniss, dass einmaliges und doppeltes Aufkochen die Tuberkelbazillen nicht abzutödten vermöge. Seine Versuche können jedoch eine Beweiskraft kaum beanspruchen, da die subkutan geimpften Kaninchen bereits 15—17 Tage nach der Impfung getödtet wurden. Bei den Sektionen wurden nur Veränderungen an der Impfstelle gefunden; in diesen konnten zwar Tuberkelbazillen nachgewiesen werden, allein dieselben können mit eingespritzt worden sein und ihr Nachweis durch die Färbung beweist noch nicht, dass sie lebten; Weiterimpfungen wurden von ihm nicht vorgenommen.

Bitter erhitzte eine Aufschwemmung von tuberkelbazillenhaltigem Sputum in Milch auf 68 - 69° und liess diese Temperatur 20, 30 und 35 Minuten lang einwirken. Das Ergebniss seiner Versuche war, dass die mit den erhitzten Aufschwemmungen geimpften Meerschweinchen bei ihrer Tödtung nach 3 Monaten vollständig gesund befunden wurden, während das mit unerhitzter Aufschwemmung infizirte Kontrollthier nach 5 Wochen spontan an Tuberkulose einging.

Bonhoff experimentirte mit Reinkulturen von Tuberkelbazillen, die auf Glycerin-Rinderbouillon und in späteren Versuchen auf Kalbslungenbouillon gezüchtet waren. Die 14 Tage alten, an der Oberfläche der Bouillon üppig in Form dünner Häute gewachsenen Kulturen wurden auf den Boden der Röhrchen gestossen und erhitzt. Verfasser schliesst aus seinen Versuchen, dass eine Temperatur von ungefähr 60° bei 20 Minuten lang dauernder Einwirkung im Stande ist, Tuberkelbazillen in Reinkultur abzutödten oder wenigstens für den thierischen Organismus unschädlich zu machen. Nach Angabe des Verfassers gingen 2 Meerschweinchen, die mit auf 80° (ob 20, 40 oder 60 Minuten lang, ist nicht angegeben) erhitztem Material geimpft worden waren, nach 9 bezw. 35 Tagen an Inhalationstuberkulose ein. Auch nach Verimpfung von Reinkultur, die 60 Minuten lang auf 70° erhitzt worden war, soll 1 Thier 3 Tage später an Inhalationstuberkulose, ein weiteres, das mit 40 Minuten lang auf 60° erhitzter Kultur geimpft war, nach 9 Tagen an Lungentuberkulose verendet sein.

Marshal erhitzte Milch, welcher er Tuberkelbazillen zugesetzt hatte, auf 68° und hielt sie auf diesem Wärmegrad 20 Minuten lang. Dann folgte sofortige rasche Abkühlung Der Impfversuch ergab bei keinem Versuchsthiere (Meerschweinchen) Tuberkulose. Da bei 68° die Milch noch keinen Kochgeschmack annehme, meint Marshal, dass dies die geeignetste Temperatur sei, Tuberkelbazillen in der Milch sicher abzutödten.

Smith fand, dass Tuberkelbazillen in destillirtem Wasser, physiologischer Kochsalzlösung, Bouillon oder Milch suspendirt bei 60° in 15—20 Minuten zerstört würden, dass aber die grosse Mehrzahl bereits nach 5—10 Minuten abgestorben sei. Bilde sich aber auf der Milch ein Häutchen, so könne dies noch nach 60 Minuten lebende Tuberkelbazillen enthalten, weil die Fettkügelchen, durch welche die Tuberkelbazillen in das Häutchen geschwemmt würden, diese vor der Einwirkung der Hitze schützten.

Hesse bestätigte die Beobachtung Smith's und ermittelte weiter, dass eine 15—20 Minuten lang dauernde Erhitzung auf 60° auch genüge, um andere pathogene Bakterien wie Typhus-, Cholera-, Diphtherie- und Pestbazillen unschädlich zu machen. Er schloss auf Grund der Versuche, dass Milch so ohne Veränderung ihrer chemischen und physikalischen Eigenschaften wenigstens von den gefährlichsten Krankheitserregern sicher befreit werde.

Aus der ersten Gruppe der Arbeiten beanspruchen am meisten Interesse die Untersuchungen Beck's, schon aus dem Grunde, weil er mit einem Materiale arbeitete, wie es tagtäglich genossen wird. Vier Proben tuberkelbazillenhaltiger Berliner Marktmilch vermochten, nachdem sie einmal aufgekocht waren, Meerschweinchen noch zu infiziren, während drei Minuten langes Aufkochen immer genügte, die Milch unschädlich zu machen. Leider sind in der Beck'schen Arbeit keine genaueren Angaben darüber enthalten, welche Beschaffenheit die verwendete Marktmilch hatte, wie erhitzt wurde und wie lange Zeit bis zum einmaligen Aufkochen erforderlich war, sowie in welcher Weise die Milch abgekühlt wurde. Es sind dies alles Faktoren, welche nach unseren Untersuchungen auf das Ergebniss der Versuche einen nicht unwesentlichen Einfluss haben.

Die Berliner Marktmilch kommt häufig genug in einem Zustande in den Verkehr, in welchem sie gerade an der Grenze des Umschlagens steht und in welchem beim Erhitzen schon feine Gerinnungen auftreten; dass diese Veränderungen in der Zusammensetzung unter Umständen für das Versuchsresultat von Bedeutung sein können, geht aus unsern Versuchen hervor. Ebenso kann die Menge und Beschaffenheit des in der Marktmilch enthaltenen Milchschmutzes die Wirksamkeit der Wärme beeinflussen.

Für die Beurtheilung der Beck'schen Ergebnisse wäre es noch von Werth zu erfahren, ob die Milch bei dem Erhitzen umgerührt wurde oder ob es zur Hautbildung kam. Nach unsern Versuchen bildet sich vielfach bei etwa 60° schon ein feines Häutchen auf der Milch; dass in den Schichten dieses Häutchens die Tuberkelbazillen

einen gewissen Schutz gegen die Wärmeeinwirkung geniessen, ist von Smith und anderen dargethan. Auf den Werth der Bewegung der Milch für die Abtödtung der in ihr enthaltenen Krankheitserreger haben wir oben schon hingewiesen.

Um zu sehen, wie lange bei dem in den Haushaltungen gebräuchlichen Kochverfahren, denen analog ja auch Beck gearbeitet hat, die einzelnen Stadien der Erhitzung und der Abkühlung der Milch ungefähr dauern, haben wir Milch in verschiedenen Gefässen (Emailletopf, irdener, innen glasirter Topf und Glasgefäss) auf einer grösseren Anzahl von Heizvorrichtungen gekocht. Als letztere dienten uns Bunsenbrenner, Kronenbrenner, Fletcherbrenner, offenes Herdfeuer, gedecktes Herdfeuer, das offene Zugloch eines Kochherdes und Wasserbäder. Erhitzt wurde gewöhnlich 1 Liter, zuweilen auch 2 Liter Milch. Es ergab sich nun, dass die Milch eine ziemlich lange Zeit über 80° bezw. 90° dabei erhitzt wird, wenn man die zur Abkühlung nothwendige Zeit hinzurechnet. Die Versuche bieten manches Interessante, es mögen deshalb von einigen die beobachteten Einzelheiten hier angeführt werden.

a) Benutzt wurde ein Emailletopf von 12,5 cm Höhe und 15 cm lichter Weite; die Milch (1 Liter) füllte den Topf etwa zur Hälfte. Als Heizung diente ein Bunsenbrenner, dessen Oeffnung 7 cm vom Topfboden entfernt war. Im Augenblicke des Aufwallens der Milch wurde die Flamme ausgedreht. Die Milch hatte eine Wärme von 80° und darüber 30 Minuten, von 90° und darüber 15 Minuten lang.

b) Topf und Milch wie bei a. Geheizt wurde mittelst eines Kronenbrenners von 5 cm Durchmesser und 24 Oeffnungen. War der Brenner vom Topfboden 11,5 cm entfernt, so waren die Zeiträume 18 und 9 Minuten, bei einer Entfernung von 7 cm 15 und 7 Minuten. Brachten wir den Brenner nahe an den Boden des Gefässes heran, wie es bei den gewöhnlichen Gaskochern der Fall ist, so verlängerte sich die Zeit für die Abkühlung, weil die Wände des Gefässes sich stark erhitzt hatten.

c) Ein Liter Milch wurde in dem erwähnten Emailletopf auf einem gut ziehenden Kochherde über dem sog. Zugloche, von dem die Ringe entfernt waren, erhitzt. Die Milchhöhe betrug im Topfe 6 cm, das Thermometer tauchte 3 cm tief ein. Gleichzeitig wurden auf demselben Herde 2 Liter Milch in einem grösseren Emailletopf auf dem offenen Feuerloche, unter dem ein lebhaftes Kohlenfeuer brannte, erhitzt. Die Milchhöhe betrug 8 cm, das Thermometer tauchte 4 cm tief ein. Nach dem Aufwallen wurden beide Töpfe, wie es im Haushalte häufig geschieht, von den Oeffnungen weggeschoben, aber auf der Herdplatte belassen. In dem grossen Topfe dauerte die Erhitzung von 80° bis zum Aufwallen 4 Minuten, von 90° bis zum Aufwallen 2 Minuten. Zur Abkühlung waren bis 90° 6 Minuten, bis 80° 15 Minuten erforderlich. Im kleinen Topf dauerte das Erhitzen allein 20 und 11 Minuten.

Bei den unter gleichen Verhältnissen in einem irdenen Topfe angestellten Kochversuchen waren die Zeiträume annähernd dieselben.

Die Erhitzung der Milch und ihre Abkühlung im Wasserbade erforderte im Allgemeinen eine längere Zeit als bei Benutzung der offenen Flamme nöthig war. Es kam dabei wesentlich auf die Form des Milchgefässes mit an. Verwendeten wir ein solches, das in der Mitte einen Hohlkegel besass, von dem aus das Heizwasser ebenfalls auf die Milch einwirken konnte, so wurde die Zeit beträchtlich abgekürzt.

Im Grossen und Ganzen dürfte bei den in den Haushaltungen gebräuchlichen Kochmethoden die Milch mindestens 15 Minuten bei einer Temperatur verweilen, die über 80° liegt, und 10 Minuten bei einer solchen von mehr als 90°, so dass in den weitaus meisten Fällen die in der Milch enthaltenen vegetativen Formen der Krankheitserreger unschädlich gemacht werden. Nun hat zwar Beck gefunden, dass die 30 Minuten lang auf 80° erhitzte Milch Meerschweinchen noch tuberkulös zu machen vermochte, aber mit diesem Untersuchungsergebniss steht er, soweit wir die Litteratur übersehen, völlig allein. Jedenfalls darf man die Beck'schen Resultate nicht verallgemeinern und auf den Grossbetrieb übertragen; hier sind die Bedingungen, unter welchen erhitzt wird, ganz andere. Beck selbst spricht in seiner Arbeit auch immer nur von der Erhitzung im Haushalte.

Bei den Versuchen, welche Morgenroth anstellte, tritt die Wirkung der Wärme stärker hervor. Unter verschiedenen Milchproben, die er in einer Kasserolle auf 100° C erhitzte und schnell abkühlte, fand er eine, welche Meerschweinchen bei der Einspritzung in die Bauchhöhle noch zu infiziren im Stande war. Aber auch bei dieser war das Ansteckungsvermögen sehr herabgesetzt. Trotzdem Morgenroth jedem Thiere 5 ccm Milch eingespritzt hatte, fand er nur bei 2 von 5 Thieren tuberkulöse Veränderungen, und diese waren so gering, dass die Thiere während des Lebens gesund erschienen und bei der 3½ Monate nach der Impfung erfolgten Tödtung nur zum Theil verkäste Mesenterialdrüsen zeigten. Ueber die Beschaffenheit der in Frage kommenden Milchprobe sagt Morgenroth nichts; es ist somit die Möglichkeit vorhanden, dass hier ähnliche Verhältnisse vorgelegen haben, wie bei unsern Versuchen mit der Milch von Kuh I.

Der Befund, dass nur die Mesenterialdrüsen erkrankt waren, deckt sich mit unsern Erfahrungen nicht. Wir fanden bei unsern intraperitoneal infizirten und tuberkulös gewordenen Meerschweinchen (es sind deren mehrere hundert) immer das Netz in erster Linie befallen, in zweiter Reihe kamen erst die Milz und die Drüsen. Bei der Infektion vom Unterhautzellgewebe aus zeigten sich dagegen die Veränderungen in der Bauchhöhle zuerst in der Milz.

Die Erfahrungen, welche Morgenroth mit dem Thermophor machte, können wir bestätigen; bei unsern Versuchen hatte sogar ein dreistündiger Aufenthalt der Milch in dem Thermoeimer nicht hingereicht, derselben die Ansteckungsfähigkeit für Meerschweinchen zu nehmen. Wir erreichten allerdings in unserer Milch nur eine Temperatur von 53—54°.

Bei den Versuchen von Bang und denen von Forster und de Man tritt die Wichtigkeit der physikalischen Beschaffenheit des Untersuchungsmaterials für das Ergebniss sehr hübsch hervor. Bang arbeitete mit gemolkener Milch eutertuberkulöser Kühe und bei seinen Versuchen genügte die momentane Erhitzung auf 85° zur Abtödtung der Tuberkelbazillen. Forster und de Man streiften aus dem aufgeschnittenen Euter den Saft ab und erhielten eine ziemlich dickliche Flüssigkeit, welche sie der Erhitzung aussetzten. Sie mussten die eine Minute dauernde Einwirkung von 95° Wärme anwenden, um die Tuberkelbazillen unschädlich zu machen. Ob übrigens die 25—30 Minuten dauernde Erhitzung der Milch auf 65° immer genügt, die in der-

selben enthaltenen Krankheitserreger abzutödten, erscheint uns doch zweifelhaft. Wir verweisen hier auf den oben angeführten Versuch Beck's.

Auf die oben erwähnten Arbeiten der übrigen Forscher, welche mit künstlich infizirtem Materiale arbeiteten, wollen wir nicht näher eingehen. Die Versuchsobjekte sind offenbar so verschiedene gewesen, auch ist in einem Theile der Arbeiten die Versuchsanordnung so wenig beschrieben, dass Vergleiche sich unsers Erachtens nicht ziehen lassen und Erklärungsversuche für die Verschiedenheit der Versuchsergebnisse auf Vermuthungen hinauslaufen würden.

Die Laboratoriumsversuche Beck's, Morgenroth's und auch unsere eigenen haben ergeben, dass es nicht immer gelingt, durch einmaliges rasches Erhitzen der Milch bis zum Aufwallen (98°—99°) die in ihr enthaltenen Tuberkelbazillen mit Sicherheit abzutödten; die Ursache hierfür glauben wir hauptsächlich in der Beschaffenheit der Milch und in der Art der Erhitzung suchen zu müssen. Wird der ersteren eine erhöhtere Beachtung geschenkt, wie es in dem Abschnitte VI näher erörtert werden soll, so glauben wir bei den Vortheilen, welche die Erhitzung in den neueren Apparaten des Grossbetriebes für die Vernichtung der Krankheitserreger bietet, dass man nicht nöthig hat, viel über die seither ziemlich allgemein für hinreichend gehaltene Temperatur von 85° hinauszugehen. Unseres Erachtens dürfte für die Molkereien die Erhitzung auf 90° genügen, die in der gemeinsamen Verarbeitung der Mischmilch einer grösseren Zahl von Kühen liegenden Gefahren auf ein sehr geringes Maass zurückzuführen.

Der Ausfall unserer Erhitzungsversuche lässt es allerdings auf den ersten Blick schwer erscheinen, den Bestrebungen, die Milch nicht auf 85°, sondern höher zu erhitzen, die wissenschaftliche Unterlage zu geben. In manchen Versuchen hat die Erhitzung auf 98° ebensowenig wie die auf 85° hingereicht, die Tuberkelbazillen abzutödten und umgekehrt sind vielfach dort, wo die mit auf 98° erhitzter Milch gespritzten Thiere gesund blieben, auch die Thiere nicht erkrankt, die mit Milch behandelt wurden, welche nur der Wärme von 85° ausgesetzt war. Aber man darf hierbei nicht übersehen, dass sich häufig schon ein bemerkenswerther Unterschied in den Sektionsbefunden geltend machte zwischen den mit Rohmilch und den mit erhitzter Milch infizirten Thieren selbst in den Fällen, in welchen sämmtliche Thiere erkrankten. Wenn hier also bereits die Erhitzung auf 85° eine Abschwächung des Infektionsstoffes bedingte, sei es, dass die Zahl der ansteckungstüchtigen Bazillen vermindert wurde, sei es, dass der Grad ihres Ansteckungsvermögens abnahm, so sind wir auf Grund unserer sonstigen an den vegetativen Formen der Bakterien gemachten Erfahrungen berechtigt anzunehmen, dass mit der Steigerung der einwirkenden Temperaturgrade eine graduelle Zunahme der Abschwächung des Infektionsstoffes Hand in Hand geht. Wenn das in den Meerschweinchenversuchen nicht so scharf hervortritt, so darf nicht vergessen werden, dass die abgeschwächten Tuberkelbazillen sich bei der Einspritzung in die Bauchhöhle oder unter die Haut des Meerschweinchens unter ungleich günstigeren Verhältnissen befinden als wenn sie mit den Athmungs- oder Verdauungsorganen von Menschen oder höheren Säugethieren in Berührung kommen.

Der Fütterungsversuch mit der Milch von Kuh III kann als Beweis für das eben Ausgeführte dienen. Das mit Rohmilch gefütterte Ferkel 2 (Ferkel 1 kann als zu früh getödtet ausser Rechnung bleiben) zeigte eine ausgesprochene Drüsentuberkulose, welche schon zu einer Betheiligung der inneren Organe geführt hatte. Von den gleichzeitig mit Ferkel 2 getödteten Ferkeln 3 und 4, welche zum Unterschiede von dem ersteren mit Milch gefüttert waren, die auf 85° erhitzt wurde, stand Nr. 4 im Beginne der Erkrankung, während Nr. 3 überhaupt keine Erscheinungen der Tuberkulose zeigte. Bei den mit noch höher erhitzter Milch gefütterten Ferkeln 5, 6, 7, 8 und 10 konnte auch mit Zuhilfenahme von Weiterimpfungen Tuberkulose nicht nachgewiesen werden. Ferkel 9 scheidet für die Betrachtung aus, wie wir oben schon auseinandersetzten, weil wir auf Grund des Sektionsbefundes bei diesem Thiere eine bereits vor der Fütterung erfolgte Ansteckung glauben annehmen zu müssen.

Wenn wir somit schon auf Grund unserer experimentellen Ergebnisse die Erhitzung der Milch auf mehr als 85° für angezeigt halten, so werden wir in dieser Anschauung noch bestärkt durch die von uns in den Molkereien gemachten Beobachtungen. Das durchschnittlich vorhandene Molkereipersonal scheint uns nicht im Stande zu sein, die Erhitzung der Milch auf einen bestimmten Temperaturgrad auch nur annähernd genau durchzuführen. Bei unsern Besichtigungen betrugen die Schwankungen zwar nur einige Grade. Aber bei diesen Besichtigungen kam es darauf an, die Leistungsfähigkeit der Apparate und nicht die thatsächlichen Leistungen des Molkereipersonals festzustellen. Für die Lieferanten der Apparate war es naturgemäss von Werth, dem Kaiserlichen Gesundheitsamte zu zeigen, was sich mit den Erhitzern fertig bringen lässt; die Regulirung der Dampfzufuhr wurde daher von den Ingenieuren beziehungsweise Monteuren der Firmen ständig überwacht oder selbst geleitet. Dass daraus günstigere Ergebnisse entstehen, als wenn ein Mann die Besorgung der Heizung und die Bedienung des vom Kessel entfernt gelegenen Dampfzuführungshahnes sowie vielleicht noch andere Aufgaben zu erledigen hat, ist einleuchtend. Wir müssen daher damit rechnen, dass die Schwankungen in der Dampfzufuhr sich unter gewöhnlichen Verhältnissen innerhalb weiterer Grenzen bewegen als bei unsern Besichtigungen und dass Milchmengen manchmal die Erhitzer verlassen, ohne die von dem Molkereivorstande festgesetzte Temperatur erreicht zu haben.

Dies wird noch mehr der Fall sein, wenn in Folge unregelmässiger Anlieferung die dem Erhitzer zugeführten Milchmengen nicht gleichmässig gross sind. Hierdurch erklärt es sich, dass vielfach auch in den Produkten solcher Molkereien noch ansteckungstüchtige Tuberkelbazillen gefunden wurden, die ihre Vollmilch angeblich auf hohe Temperaturgrade erhitzen. Eine Besserung im Sinne der Vermehrung des Maschinenpersonals eintreten zu lassen, hält schwer, weil ein grosser Theil der Molkereien eine Vergrösserung der Betriebskosten schwer empfinden würde; wir müssen vielmehr mit der geringen Zahl der Arbeitskräfte und deshalb damit rechnen, dass die Beobachtung der Milchtemperatur und die Regulirung der Dampfzufuhr nur in grösseren Intervallen geschieht. Für die Technik wäre es eine dankenswerthe Aufgabe, selbstthätige Regulatoren zu konstruiren, welche die Dampfzuführung von der Milchtemperatur abhängig machen.

Aus dem Gesagten folgt, dass bei einer etwaigen Festsetzung der Erhitzungstemperatur als unterste Grenze nicht diejenige Wärmemenge angenommen werden darf, welche eben noch hinreicht, für gewöhnlich die Tuberkelbazillen abzutödten, sondern dass man mit der Minimalgrenze um 5—10° hinaufgehen muss, wenn nicht schwerwiegende Bedenken entgegenstehen.

Auf die Frage, ob solche vorhanden sind, wird im folgenden Abschnitte eingegangen werden.

Abschnitt V.

Stehen der Erhitzung der Milch auf 90° wirthschaftliche Hindernisse entgegen?

In dem vorhergehenden Abschnitte hatten wir der Ueberzeugung Ausdruck gegeben, dass unter bestimmten Bedingungen für die Molkereien die Erhitzung auf hohe Temperaturgrade im kontinuirlichen Betriebe genügt, um eine Verbreitung von Krankheitskeimen, insbesondere der Tuberkelbazillen zu verhindern. Es wird jetzt unsere Aufgabe sein, des Näheren zu erörtern, ob der Erhitzung der Milch auf 90° wirthschaftliche Hindernisse entgegenstehen. Im Anschlusse hieran werden wir auf die Frage eingehen, was ist zu erhitzen, die ganze Vollmilch oder nur Rahm beziehungsweise Magermilch.

Gesetzliche Bestimmungen über das Erhitzen der Milch in den Molkereien bestehen zur Zeit nur für Bezirke, in denen die Maul- und Klauenseuche herrscht. In § 44a des Reichsgesetzes, betr. die Abwehr und Unterdrückung von Viehseuchen vom $\frac{\text{23. Juni 1880}}{\text{1. Mai 1894}}$ heisst es: „Ist der Ausbruch der Maul- und Klauenseuche festgestellt, so kann das Weggeben von Milch aus einem Seuchengehöft, einer der Sperre unterworfenen Ortschaft, Feldmark oder einem sonstigen Sperrgebiete verboten oder an die Bedingung geknüpft werden, dass die Milch vorher abgekocht wird.

Das Weggeben ungekochter Milch aus Sammelmolkereien kann in Zeiten der Seuchengefahr oder für die Dauer derselben verboten werden. Ist einer der betheiligten Viehbestände unter Sperre gestellt, so darf die Milch nur nach erfolgter Abkochung weggegeben werden.“ In der Bundesraths-Instruktion vom $\frac{\text{30. Mai}}{\text{27. Juni}}$ 1895 heisst es im § 61: „Der Abkochung gleich zu achten ist jedes andere Verfahren, bei welchem die Milch auf eine Temperatur von 100 Grad Celsius gebracht oder wenigstens eine Viertelstunde lang einer Temperatur von mindestens 90 Grad Celsius ausgesetzt wird. Unter die vorstehenden Bestimmungen fallen auch Magermilch, Käse und Buttermilch und die Molke.“

Die Gefahr der Verbreitung der Tuberkulose und anderer ansteckender Krankheiten durch die Molkereien ist also bis jetzt von den gesetzgebenden Faktoren noch nicht berücksichtigt.

In der Praxis stand man bis dahin vielfach auf dem Standpunkte, dass eine Erhitzung der Milch auf 85° zur Vernichtung der Tuberkelbazillen genüge; man stützte sich dabei auf die Bang-Forsterschen Versuche und war ferner der Meinung, dass 85° ungefähr die Grenze darstelle, bei welcher die Milch durch die Erhitzung

noch keine so tiefgehende Aenderung erfahre, dass ihre Weiterverwerthung erschwert sei. Wäre das Letztere richtig, so würde es sich erübrigen zu erörtern, ob die Milch höher erhitzt werden muss oder nicht, denn die Möglichkeit der Verwerthung der erhitzten Milch ist selbstverständlich ausschlaggebend.

Aber unter den Praktikern selbst scheint sich in der letzten Zeit ein Umschwung zu vollziehen. So hat die Vollversammlung der Landwirthschaftskammer für die Provinz Brandenburg im Jahre 1900 einstimmig folgenden Antrag angenommen: „Der Vorstand der Landwirthschaftskammer wolle dahin wirken, dass behufs Vorbeugung von Seuchenübertragungen den Sammelmolkereien zur Pflicht gemacht werde, entweder die Vollmilch oder die Nebenprodukte des Molkereibetriebes: Magermilch, Buttermilch und Molken vor ihrer Zurückgabe an die Lieferanten auf 100° zu erhitzen.“ Den gleichlautenden Beschluss fasste am 21. Dezember 1900 die fünfzehnte Jahresversammlung des ostpreussischen landwirthschaftlichen Zentralvereins. Hier waren es sicher nicht theoretische Erwägungen, welche die Beschlüsse zur einstimmigen Annahme gelangen liessen, sondern die Erkenntniss, dass die Mischmilch der Molkereien Gefahren in sich birgt und die Beobachtung, dass die in den neuen Apparaten auf 100° erhitzte und darauf tief abgekühlte Milch sich noch vollkommen ausnutzen lässt.

Man hat von anderer Seite gegen die Erhitzung der Milch auf 95°—100° geltend gemacht:

1. Dass sie gegenüber der Erhitzung auf 85° mehr Kosten verursache,
2. dass die so hoch erhitzte Milch einen Kochgeschmack annehme, welche ihren Verkauf erschwere, wenn nicht ganz unmöglich mache,
3. dass die Butter ebenfalls einen Kochgeschmack bekomme,
4. dass die Milch beim Kochen gerinne, wenn sie nicht vollständig süss sei, sondern auch nur schwach sauer reagire,
5. dass die Erhitzung der Milch auf 85° sich nachträglich leicht feststellen lasse, diejenige auf 100° dagegen nicht,
6. dass es unmöglich sei, aus der auf 100° erhitzten Milch noch Käse herzustellen.

Die Erhitzung der Milch auf 95°—100° soll mehr kosten als diejenige auf 85°, weil mehr Dampf verbraucht werde und weil mehr Kühlwasser nöthig sei, die heissere Milch wieder abzukühlen. Dann seien in den älteren Molkereien die Dampfkessel vielfach zu klein bemessen, um für die hohe Erhitzung hinreichend Dampf liefern zu können. Diese Einwände haben eine gewisse Berechtigung für die älteren Erhitzer, welche noch ohne zwangsläufige Führung und ohne Gegenstrom der Milch arbeiten. Bei diesen ist allerdings die Ausnutzung der zugeführten Wärme eine so wenig vortheilhafte, dass eine Mehrerhitzung um 10—15° viel ausmacht. Aber diese Apparate sichern überhaupt keine Erhitzung der Gesammtmilch auf bestimmte Temperaturgrade. Wir haben oben schon erwähnt, dass sie einen Theil der Milch überhitzen, und den andern unter der gewollten Temperatur lassen, und dass an ihrem Thermometer nur die Resultante der beiden Wärmemengen abgelesen wird. Dass eine auf diese Weise vor sich gehende Erhitzung mehr Dampf erfordert, als wenn die ohne Dampf gut vorgewärmte Milch in dünner Schicht rasch an den Heiz-

flächen vorbeigeführt wird, ist einleuchtend. Wir kennen Molkereien, welche früher in den älteren Apparaten auf 85° erhitzten und jetzt in den neueren auf 100° und welche trotzdem bei der Verarbeitung gleicher Milchmengen nicht unwesentliche Ersparnisse an Heizmaterial machen. Damit fällt auch der Einwand, dass die Kessel vielfach zu klein seien. Es wird eben bei den neueren Apparaten nicht mehr sondern weniger Dampf verbraucht als früher, trotzdem die Erhitzung höher getrieben wird. In gleicher Weise hat sich der Verbrauch an Kühlwasser vermindert. Das Gegenstromsystem bringt es mit sich, dass ein beträchtlicher Theil der von der Milch aufgenommenen Wärme noch innerhalb der Apparate wieder abgegeben wird, dass also die Milch nicht unwesentlich weniger heiss auf den Kühlern ankommt als dies früher geschah. Die Abkühlung auf 70 bis 60° innerhalb der Apparate ist nur noch eine Durchschnittsleistung, einzelne verlässt die Milch noch um 10 bis 20° kühler.

Den Einwand, dass die Erhitzung der Milch auf 95°—100° zu theuer sei, können wir bei Benutzung der neueren Erhitzungsapparate als berechtigt nicht anerkennen, denn diese Erhitzung stellt sich billiger als diejenige auf 85°, welche in Apparaten geschieht, denen die zwangsläufige Führung und der Gegenstrom mangelt. Die Verwendung von Erhitzern der letzteren Art können wir dort, wo die Milch den begründeten Forderungen der Hygiene entsprechend behandelt werden soll, als wirthschaftlich nicht mehr ansehen.

Die auf 95°—100° erhitzte Milch soll einen derartigen Kochgeschmack annehmen, dass ihr direkter Absatz im Handverkauf an die konsumirende Bevölkerung erschwert oder unmöglich sei. Es lässt sich nicht leugnen, dass eine Abneigung gegen gekochte Milch vielfach besteht. Wie weit die wachsende Erkenntniss über die Gefahren der Rohmilch in der Zukunft eine Aenderung dieser Geschmacksrichtung bringen wird, lassen wir dahin gestellt. Wenn durch die Erhitzung der Milch auf 90° wegen der Aenderung im Geschmacke eine Abnahme im Verbrauch dieses Nahrungsmittels zu befürchten sein würde, so wäre das für uns ein triftiger Grund gegen die hohe Erhitzung. Thatsächlich ist aber nach unserer Ansicht diese Sorge unbegründet. Die Geschmacksveränderung, welche eine gute Milch, die im kontinuirlichen Betriebe rasch auf 100° erhitzt und darauf sofort tief abgekühlt wurde, bei reinlicher Behandlung eingeht, ist mit dem Geschmacke, den die in der Haushaltung gekochte Milch anzunehmen pflegt, gar nicht zu vergleichen. Von einem Kochgeschmacke zu reden, halten wir daher nicht für richtig. Wir haben es uns angelegen sein lassen, in den von uns besuchten Molkereien Proben anzustellen. Vielfach liess sich die Erhitzung der Milch nur herausschmecken, wenn die Gegenprobe mit Rohmilch gemacht werden konnte, und dann geschah es noch bisweilen, dass die Untersucher nicht einig waren. So gering war also die Veränderung. Wir glauben, dass diese von der konsumirenden Bevölkerung bald und gerne in den Kauf genommen wird, wenn die Letztere dafür die Sicherheit bekommt, eine Milch zu geniessen, die frei von Krankheitserregern ist.

Aehnlich verhält es sich mit der Butter. Wir haben solche geschmeckt, die aus Milch hergestellt war, welche eine rasche Erhitzung auf 100° durchgemacht hatte, und wir konnten einen talgigen oder einen Kochgeschmack nicht erkennen. Ein

gleiches Urtheil bekamen wir von den Hausfrauen, denen die Butter vorgelegt wurde. Wir glauben daher behaupten zu dürfen, dass die Möglichkeit vorhanden ist, bei sachgemässer Behandlung aus hocherhitzter Milch eine Butter herzustellen, welche in ihrem Geschmacke durchaus vollwerthig ist. Inwieweit die Ansicht mancher Sachverständigen, dass die Butter der letzteren Art in ihrem Geschmacke sogar edler sei als die aus Rohmilch bereitete, zu Recht besteht, wollen wir nicht beurtheilen. Jedenfalls ist der Beweis noch nicht erbracht, dass die aus auf 90° erhitzter Milch gewonnene Butter in irgend einer Beziehung minderwerthiger ist als Butter, zu deren Herstellung nur auf 85° erhitzte Milch gedient hat.

Dann hat man gegen die Erhitzung auf 100° eingewandt, dass die Milch beim Kochen gerinne, wenn sie nicht mehr vollkommen süss sei, sondern auch nur in geringem Grade sauer reagire. Wir gestehen, dass wir darin nicht einen Nachtheil, sondern geradezu einen Vorzug der hohen Erhitzung sehen. Unseres Erachtens gehört in die Molkerei eben nur solche Milch hinein, die in jeder Beziehung einwandsfrei ist. Was nützt es, wenn unter 100 Genossen 95 ein tadelloses Rohprodukt anliefern, während die übrigen fünf die Molkereien als die Abladungsstätte für ihre verdorbene Waare betrachten.

Wir halten die Prüfung jeder angelieferten Kanne Milch für geboten und die Zurückweisung sämmtlicher irgendwie verdächtiger Milch für erforderlich. Abgesehen davon, dass eine schlechte Milch durch die Erhitzung niemals in eine gute verwandelt werden kann und dass die Qualität der Molkereiprodukte in erster Linie von der Beschaffenheit der verwendeten Rohmilch abhängt, erfordert schon die Rücksicht auf die ein gutes Rohprodukt anliefernden Genossen, dass gegen die anderen rücksichtslos vorgegangen wird. Ist einem Produzenten die Milch mehrfach zurückgewiesen und ist er trotzdem zu den Betriebskosten mit herangezogen, wozu entsprechende Bestimmungen in den Statuten jederzeit die gesetzliche Handhabe bieten können, so wird er von selbst der Beschaffenheit seiner Milch bald die nöthige Beachtung schenken. Dass es möglich ist, das Mittaggemelke bis zum Lieferungstermine am nächsten Morgen in gutem Zustande zu erhalten, wurde uns von allen Landwirthen, mit welchen wir diese Frage besprachen, bestätigt. Von allen wurde jedoch betont, dass die peinlichste Sauberkeit und eine sorgfältige Kühlhaltung der Milch dabei unumgänglich nothwendig sei. Für die erforderliche Sauberkeit zu sorgen, ist Jeder in der Lage und die Kühlhaltung der Milch dürfte bei einigermassen gutem Willen nur äusserst selten nicht zu beseitigende Schwierigkeiten bieten. Wo dies dennoch der Fall ist, da kann man trotzdem die übrigen Genossen nicht unter den ungünstigen Verhältnissen des Einzelnen leiden lassen. Hier wird nichts anderes übrig bleiben, als das dreimalige tägliche Melken durch ein zweimaliges zu ersetzen; ein Verfahren, das in manchen Gegenden Deutschlands allgemein üblich ist und bei dem der Gesammtmilchertrag nicht viel hinter dem des dreimaligen Melkens zurückstehen soll.

Die Gerinnung der sauren Milch beim Erhitzen auf hohe Temperaturgrade ist also ein werthvolles Hülfsmittel, verdorbene Rohmilch von den Molkereien fernzuhalten; dadurch dass sie bei entsprechender Kontrolle seitens der Betriebsleiter zur

Reinhaltung der Thiere, der Stallungen und des Geschirrs nöthigt und das Melkpersonal zur Reinlichkeit zwingt, hilft sie indirekt mit, die Milch von Krankheitserregern frei zu halten.

Von den Gegnern der Erhitzung auf 100° wird noch angeführt, dass es sich nachträglich leicht ermitteln lasse, ob eine Milch auf 85° erhitzt worden sei, dass dagegen die nachträgliche Feststellung der Erhitzung auf 100° Schwierigkeiten biete. Dieser Einwand hat nur dann eine Berechtigung, wenn wir über ein Untersuchungsverfahren verfügen, welches gerade bei 85° einen scharfen Ausschlag nach der einen oder anderen Seite giebt. Um uns hierüber Klarheit zu verschaffen, haben wir die drei zur Zeit gebräuchlicheren Methoden zum Nachweise der hohen Erhitzung der Milch nachgeprüft; wir gelangten dabei zu folgenden Ergebnissen:

a) Nachweis mittelst Paraphenylen-diamin-chlorhydrat und Wasserstoffsuperoxyd. Von der 0,2% Wasserstoffsuperoxydlösung wurden 8 Tropfen zu 10 ccm Milch hinzugefügt, da Vorversuche ergeben hatten, dass die stärkste Reaktion gerade bei diesem Mengenverhältniss auftritt; einige Tropfen mehr oder weniger von der 2% wässrigen Paraphenylen-diamin-chlorhydratlösung waren ohne Einfluss.

Bei der Prüfung der Rohmilch ergab sich zunächst, dass die Stärke der Reaktion nicht allein bei der Milch verschiedener Thierarten schwankt, sondern auch bei den einzelnen Thieren derselben Art nicht gleich ist. Kuhmilch gab einen stärkeren Ausschlag als Ziegenmilch und die Milch einer frischmelkenden Kuh zeigte nach Zusatz der Reagentien eine weniger intensiv blaue Farbe als diejenige einer Kuh, die sich am Ende der Laktation befand. Bei der Prüfung der von einer grösseren Zahl von Thieren stammenden Mischmilch werden sich Unterschiede der letzten Art allerdings verwischen, aber um ein sicheres Urtheil zu gewinnen, ist es dennoch nothwendig, nicht bloss die erhitzte Milch sondern auch die ihr entsprechende Rohmilch zu gleicher Zeit zu untersuchen. Diese Kontrolluntersuchung ist jedoch in Molkereien nicht mehr möglich, wenn etwa nach Schluss des Betriebes noch festgestellt werden soll, wie hoch an dem betreffenden Tage erhitzt wurde. Nun kommt noch hinzu, dass die Reaktion nicht allein in der Intensität der auftretenden Blaufärbung schwankt, sondern auch in der Zeit ihres Eintrittes. Proben, welche sofort nach dem Durchschütteln der zugesetzten Reagentien noch keine Farbenveränderung zeigten, sahen nach einer Minute schon deutlich blau aus. Am meisten gegen die Brauchbarkeit der Methode für praktische Zwecke spricht aber, dass sie nicht allein von der Höhe der einwirkenden Temperatur abhängt, sondern auch von der Dauer derselben. Milchproben, die in einer Minute auf 89,5° und solche, die in drei Minuten auf 82,0° erhitzt waren, gaben ungefähr die gleiche Reaktion wie diejenigen, welche 30 Minuten lang bei 73°—74° gehalten wurden. Nach unsern Erfahrungen kann man bei Benutzung der Paraphenylendiaminprobe bei der raschen Erhitzung mit einiger Sicherheit nur entscheiden, ob eine Milchprobe bis 80° oder über 90° erhitzt wurde; man würde also bei etwaigen Molkereikontrollen eine Temperatur von 85° als Grenzwerth nicht annehmen dürfen.

b) Nachweis mittelst nachträglicher Ausfällung des Laktalbumins.

Das Verfahren beruht darauf, dass beim Erhitzen auf hohe Wärmegrade bezw.

beim Kochen das Laktalbumin der Milch mehr oder weniger vollständig ausgefällt wird. Es wird in den zu prüfenden Milchproben das Kaseïn zunächst ausgesalzen, die Probe filtrirt und das Filtrat durch Erhitzen oder durch Zusatz von Säure geprüft, ob noch Laktalbumin in demselben vorhanden ist. Graduelle Unterschiede in der Menge und Beschaffenheit der Laktalbuminausfällungen sollen einen Werthmesser für die Höhe der vorhergegangenen Erhitzung abgeben. Unsere Untersuchungen konnten zwar Unterschiede zwischen Rohmilch und gekochter Milch feststellen, aber bei den Zwischenstufen waren die Differenzen bei dem nachträglich ausgefällten Laktalbumin sowohl nach Menge wie nach der Art der Ausfällung (grob- oder kleinflockig) so gering, dass Rückschlüsse auf die Höhe der vorherigen Erhitzung rein willkürlich gewesen wären.

c) Nachweis mittelst Guajaktinktur.

Wir stellten die Probe in der Weise an, dass wir zu 10 ccm Milch 8 Tropfen einer 0,2% Wasserstoffsuperoxydlösung hinzufügten, umschüttelten und dann mit Guajaktinktur überschichteten. Fertig gekaufte Tinkturen erwiesen sich uns als weniger geeignet, aber auch solche, die wir aus pulverisirtem Harz frisch bereitet hatten, waren in ihrer Wirkung verschieden. Einen ungünstigen Einfluss schien es sogar zu haben, wenn das Harz nicht frisch pulverisirt wurde, sondern als Pulver einige Zeit gelegen hatte.

Die in 60 Sekunden auf 95° erhitzten und darauf sofort abgekühlten Milchproben zeigten keine Reaktion, selbst wenn sie mehrere Stunden beobachtet wurden. Bei den in 60 Sekunden auf 90° erhitzten und dann abgekühlten Proben erschien nach einer halben Stunde an der Berührungsstelle zwischen Milch und Tinktur ein schwach blauer Ring.

Bei der in gleicher Weise behandelten, aber nur auf 85° erhitzten Milch gab Tinktur Nr. 2 sofort eine ausgesprochene Reaktion, bei Zusatz der Tinkturen Nr. 1 bezw. Nr. 4 trat dieselbe in 1—2 Minuten auf, während die mit Tinktur Nr. 3 versetzte Probe erst nach einer halben Stunde den blauen Ring zeigte. Die auf 80° erhitzten Milchproben gaben sämmtlich sofort, in ihrer Stärke allerdings verschiedene Reaktionen.

Liess man die Wärme längere Zeit einwirken, so verschob sich die obere Reaktionsgrenze nicht unwesentlich nach unten. Fünf Minuten dauernde Einwirkung einer Wärme von 73° hatte schon eine merkliche Verzögerung in dem Auftreten der Blaufärbung zur Folge, die sich noch steigerte, als die Milch 10 Minuten bei 73° gehalten wurde. Fünfzehn Minuten langes Erhitzen auf 73° bewirkte, dass bei Verwendung unserer besten Guajaktinktur (Nr. 2) nach etwa einer halben Stunde der blaue Ring sich zeigte, während die Tinktur Nr. 3 in der erhitzten Milch keine Reaktion mehr auszulösen vermochte.

Will man die Guajakprobe zur Kontrolle bei den Molkereien verwenden, so hat man sich jedesmal von der Wirksamkeit der benutzten Tinktur einen Maassstab zu bilden und darf als Grenztemperatur nach unseren Erfahrungen nicht 85° annehmen, sondern muss mindestens bis 90° hinaufgehen.

Während also nach unsern Untersuchungen die Methode b für den vorliegenden Zweck ganz ausscheidet, zeigen die Untersuchungsverfahren a und c die vorherige Erhitzung der Milch auf 90° mit grösserer Sicherheit an als diejenige auf 85°.

Als letzter Einwand gegen die Erhitzung auf mehr als 85° wird geltend gemacht, dass die Verkäsungsfähigkeit der Milch bei 85° gerade noch erhalten sei, dass sie aber bei höherer Erhitzung rasch abnehme. Bis vor einigen Jahren war diese Behauptung als zutreffend anzuerkennen. Inzwischen haben aber die Arbeiten von Klein und Kirsten, von Hamilton, Weigmann und Andern gezeigt, dass es bei Anwendung von bestimmten Kunstgriffen (Zusatz von Chlorcalcium, Nachwärmen des Bruchs, Impfung der erhitzten Milch u. s. w.) möglich ist, auch aus höher als auf 85° erhitzter Milch vollkommen normale Magermilchweichkäse herzustellen. Auch Vollmilchweichkäse in guter Beschaffenheit zu gewinnen, dürfte keine Schwierigkeiten mehr bereiten. Für die Fabrikation von Hartkäsen scheint es dagegen zur Zeit noch schwer zu fallen, einen hinreichend molkenarmen Bruch aus hocherhitzter Milch zu gewinnen. Aber auch hier glauben einige der sich mit diesen Fragen wissenschaftlich beschäftigenden Herren eine Lösung des Problems für nicht zu ferne Zeit in Aussicht stellen zu können. Vom hygienischen Standpunkte aus braucht man auf die Erhitzung derjenigen Vollmilch, welche zur Bereitung von Hartkäsen verwandt werden soll, keinen grossen Werth zu legen, denn eine Verbreitung von Seuchen durch diese ist nicht zu befürchten. Für den Fall, dass also eine obligatorische Erhitzung der Milch in den Molkereien eingeführt werden sollte, würde man diejenige Milchmenge, welche zur Bereitung von Schweizer-, Edamer und ähnlichen Käsesorten dient, von der Bestimmmung ausnehmen können.

Die Ergebnisse unserer Erörterungen glauben wir dahin zusammenfassen zu können, dass die weitere Ausnutzung der rasch auf 90° erhitzten und darauf sofort tief abgekühlten Molkereimilch vollkommen möglich ist und dass mit den neueren Erhitzungsapparaten technisch und wirthschaftlich die Erhitzung auf 90° sich ohne eine fühlbare Steigerung der Betriebskosten durchführen lässt.

Mit der Feststellung dieser Thatsache erledigt sich die weitere Frage, soll die Vollmilch als solche erhitzt werden oder soll man sie erst zerlegen und dann die einzelnen Bestandtheile durch die Apparate schicken, eigentlich von selbst. Der Grund, dass man früher die erhitzte Magermilch nicht zur Käsebereitung verwerthen konnte, während man doch auf die Vortheile der Erhitzung des Rahmes nicht verzichten wollte, gab den Anlass zu der letzteren Betriebseinrichtung. Da die Verwerthung jetzt keine Schwierigkeiten mehr macht, sollte man schon der Einfachheit wegen mit möglichst wenig Apparaten auszukommen suchen. Alles was den Molkereibetrieb vereinfacht, macht ihn nicht bloss billiger, sondern auch sauberer und zuverlässiger. Die ganze Milcherhitzung verfehlt aber ihren Zweck, wenn nicht die sonstigen Einrichtungen in den Molkereien die Sicherheit bieten, dass eine nachträgliche Wiederinfektion der bereits erhitzten Milch und ihrer Produkte ausgeschlossen ist.

Abschnitt VI.

Welche Maassnahmen unterstützen die Wirksamkeit der Erhitzer?

Wenn wir auf Grund der Ergebnisse der von andern Forschern und uns angestellten Versuche zu dem Schlusse kamen, dass die sogenannte momentane Erhitzung auf hohe Temperaturgrade in den meisten Fällen genügen dürfte, die in der Milch etwa vorhandenen Tuberkelbazillen unschädlich zu machen, dass jedoch eine absolute Sicherheit in dieser Richtung nicht gegeben sei, so erhebt sich von selbst die Frage, soll die Erhitzungsdauer verlängert werden oder soll man auf anderm Wege versuchen, dem Ziele der sicheren Abtödtung aller Tuberkelbazillen in der Milch näher zu kommen.

Eine Verlängerung der Dauer der Erhitzung auf 3 Minuten nach Erreichung der Höchsttemperatur, wie sie z. B. von Beck für die Erhitzung im Kleinen verlangt wird, liesse sich im Grossbetriebe erzielen durch Aneinanderschalten einer Anzahl von Erhitzungsapparaten. Theoretisch steht dem nichts im Wege, für die Praxis lässt sich jedoch die Undurchführbarkeit dieses Vorgehens erweisen. Zunächst würde diese grössere Zahl von Apparaten eine beträchtlichere Anschaffungssumme erfordern, dann würde der zu ihrer Aufstellung nöthige grössere Platz mehr Baukosten bedingen, das Anlagekapital des Betriebes somit nicht unwesentlich steigen. Dazu kämen die höheren Betriebskosten, einmal bedingt durch den stärkeren Dampfverbrauch, dann verursacht durch die nothwendige Vermehrung des Betriebspersonals, welche die Bedienung der zahlreichen Apparate und vor Allem die Reinigung derselben erfordern würde. Dass die Molkereien eine solche Mehrbelastung in Anlagekapital und Betriebskosten ohne Vertheuerung ihrer Produkte ertragen können, möchten wir bezweifeln.

Ausser durch die Benutzung einer grösseren Zahl aneinandergeschalteter Apparate liesse sich die länger dauernde Einwirkung hoher Temperaturgrade erzielen durch die Verwerthung des früher gebräuchlichen Prinzipes der Erhitzung innerhalb grosser Wannen. Man ist von dem Gebrauche der Sammelbassins schon aus dem Grunde abgekommen, weil die Herstellung einer gleichmässigen Temperatur in allen Milchschichten die grössten Schwierigkeiten bereitet. In Sammelmolkereien, wo täglich Tausende von Litern Milch verarbeitet werden, würde es bei den jetzigen technischen Hülfsmitteln ohne kaum erschwingliche Anlage- und Betriebskosten überhaupt unmöglich sein, solche Mengen Milch in Wannen zu erhitzen und einige Zeit konstant auf der geforderten hohen Temperatur zu halten.

Abgesehen von der unseres Erachtens bei den gegenwärtigen Milchpreisen wirthschaftlichen Undurchführbarkeit, die Milch im Grossbetriebe mehrere Minuten lang auf hohe Temperaturgrade zu erhitzen, steht der Erfüllung dieser Forderung auch noch die Thatsache entgegen, dass die technische Weiterverwerthung derartig erhitzter Milch zur Zeit nicht möglich ist. Wir wissen, dass die hocherhitzte Milch nur dann einen ausgesprochenen Kochgeschmack nicht annimmt, dass nur dann der gewonnene Rahm eine unserm Geschmacke entsprechende Butter giebt, wenn der rasch erfolgten Erhitzung sofort eine tiefe Abkühlung folgte. Schon der letzte Grund allein würde

genügen, dass für die Molkereien von der Dauererhitzung auf hohe Wärmegrade abgesehen werden muss.

Um diese Veränderungen in der Beschaffenheit der Milch zu vermeiden und dennoch eine Abtödtung der in ihr enthaltenen Krankheitserreger zu erzielen, hat man in neuester Zeit vereinzelt die rasche Erhitzung auf hohe Temperaturgrade aufgegeben und die langdauernde auf niedrige Wärmegrade an ihre Stelle gesetzt. Man geht dabei über 65° nicht hinaus, weil bei dieser Temperatur eine Veränderung des Milcheiweisses noch nicht stattfinden soll, selbst wenn die Wärme eine Stunde lang einwirkt. Zum Unterschiede gegen früher wird die Milch nicht innerhalb der Wannen erhitzt, sondern sie durchfliesst zunächst einen im kontinuirlichen Betriebe arbeitenden und mit zwangsläufiger Führung versehenen Erhitzer. Aus diesem strömt sie in die nahe gelegene Wanne, in welcher sie nur auf der ihr im Erhitzer mitgetheilten Wärme erhalten zu werden braucht. Hierin liegt der grundsätzliche Unterschied gegen früher. Bei dem jetzigen Verfahren ist hinreichende Sicherheit gegeben, dass sämmtliche Milchtheilchen gerade die gewünschte Wärme erhalten, nicht mehr und nicht weniger, während früher bei der Erhitzung innerhalb des Bassins Ungleichmässigkeiten nicht zu vermeiden waren.

Die aus Metall verfertigten Milchbassins befinden sich innerhalb grosser mit Wasser gefüllter Holzbottiche. Es ist also das Prinzip des Wasserbades, das hier zur Verwendung kommt. Wesentlich ist nun, dass das Wasserbad bereits die gewünschte Temperatur besitzt, wenn die erste Milch aus dem Erhitzer einströmt, und eine Wärmeabgabe seitens der Milch damit ausgeschlossen wird. Da es sich um grosse Flüssigkeitsmengen handelt und die Wandungen und der Deckel des Wassergefässes aus dicken Holzbohlen bestehen, so lässt sich die einmal erreichte Temperatur unschwer konstant erhalten.

Eine Vernichtung der in der Milch enthaltenen Krankheitserreger dürfte nach dem, was sonst über die Widerstandskraft der in Frage kommenden Bakterien gegen die langdauernde Einwirkung von 65° bekannt ist, mit ziemlicher Sicherheit erfolgen; ob dieselbe aber absolut ist, bleibt fraglich. Eigene Untersuchungsergebnisse stehen uns bis jetzt nicht zur Verfügung.

Eine chemische Veränderung scheint in der Milch bei einstündiger Erwärmung auf 63—65° nicht stattzufinden. Wenigstens gab die so behandelte Milch auf Zusatz von Paraphenylen-diamin-chlorhydrat und Wasserstoffsuperoxyd die gleiche Reaktion wie Rohmilch. Auch die Mengen des nach dem Aussalzen durch Kochen ausgeschiedenen Laktalbumins waren in beiden Proben gleich.

Das eben geschilderte Verfahren ist nur dort durchzuführen, wo viel Zeit und Raum für die Verarbeitung der Milch zur Verfügung steht, wo sehr leistungsfähige Dampfmaschinen vorhanden sind und wo die Milch so gut verwerthet werden kann, dass eine Erhöhung der Anlage- und Betriebskosten die Rentabilität der Molkerei nicht in Frage stellt, das heisst mit andern Worten nur dort, wo die grösste Menge der angelieferten Milch nicht zur Butter- und Magermilchbereitung dient, sondern im Handverkauf direkt an die Konsumenten wieder abgegeben wird.

Wie bekannt, arbeiten unsere Molkereien im Allgemeinen derartig, dass die

Milch im fortlaufenden Betriebe aus den Erhitzern in die Separatoren strömt. Während des Betriebes warten die Wagen der Lieferanten, um Magermilch in mehr oder weniger grossen Mengen wieder auf die Güter mit zurückzunehmen.

Bei dem Dauererhitzungsverfahren würde zunächst sämmtliche Milch den Erhitzer zu passiren haben, bevor die einstündige Einwirkung der konstanten Temperatur beginnen kann. Nach Schluss dieser Stunde käme dann die Zentrifugirung der erhitzten Milch. Es würde sich also gegen die jetzige Betriebszeit um ein Mehr handeln, das mindestens das Doppelte beträgt. Die spät anliefernden Produzenten würden somit ihre Magermilch erst in den Mittagsstunden an der Molkerei erhalten; da sie aber gewöhnlich die entfernter Wohnenden sind, so wäre neben anderen Nachtheilen das Fuhrwerk und das Personal für den ganzen Tag der sonstigen Arbeit entzogen. Eine Beschleunigung der Verarbeitung der Milch liesse sich erzielen durch Verdoppelung der Dauererhitzungsbottiche und durch eine Vermehrung der Zentrifugen. Aber einmal würde die Grösse des nothwendigen Raumes damit noch mehr steigen und dann würde die Sicherheit des Betriebes sinken, weil die Konstanz der Temperatur durch die Menge der Flüssigkeit wesentlich mit bedingt ist.

Dort wo man in der Lage ist, die Magermilch so aufzubewahren, dass sie, ohne in ihrer Güte gelitten zu haben, am nächsten Tage an die Lieferanten zurückgegeben werden kann, fallen die eben erörterten Schwierigkeiten weg, aber über derartige Kühlanlagen verfügen die wenigsten Molkereien.

Mit der Verlängerung der Betriebszeit ist zugleich eine Verlängerung der Thätigkeit der Dampfmaschine und damit eine Steigerung der Kosten für das Heizmaterial verknüpft. Dies fällt umsomehr in die Wagschale, als neben der Milch auch noch die nicht unbeträchtlichen Mengen Wasser für die Dauererhitzung auf die gleiche Temperatur gebracht werden müssen. Da die erforderliche Wassermenge ungefähr ebenso gross ist, wie die warm zu haltende Milchmenge, so würden zu den Kosten für die verlängerte Betriebszeit noch diejenigen für die Erhitzung der doppelten Flüssigkeitsmenge kommen. Die Ersparnisse, welche darin liegen, dass die Milch nur auf 63—65 ° und nicht auf 90—100 ° erhitzt zu werden braucht, reichen bei Weitem nicht aus, das Mehr an Betriebskosten auszugleichen.

Die Anlagekosten würden sich erhöhen um den Betrag für die Einrichtung des Wasserbades, für die nicht unbeträchtliche Vergrösserung des nothwendigen Raumes und für die leistungsfähigere Dampfmaschine.

Bei solchen Molkereien, welche mit den vorhandenen Wasservorräthen rechnen müssen, würde der häufige Mehrverbrauch von 5000 bis 10000 Litern Wasser ausserdem in das Gewicht fallen.

Diese eben kurz erörterten Nachtheile machen es uns unwahrscheinlich, dass in der nächsten Zeit das Verfahren, die Milch durch länger dauernde Erhitzung auf weniger hohe Temperaturgrade von den in ihr enthaltenen Krankheitserregern zu befreien, in der Molkereipraxis die Oberhand gewinnt. Wir verkennen nicht, dass es manche Vortheile bietet, die der raschen Erhitzung auf hohe Temperaturgrade unter den derzeitigen Verhältnissen weniger zukommen, aber seine Durchführbarkeit scheint uns nur unter besonders günstigen Verhältnissen möglich.

Auch ohne eine solche Dauererhitzung lässt sich nach unserer Meinung die Vernichtung der Krankheitserreger in der Mich mit genügender Sicherheit erreichen, wenn nur der Beschaffenheit der zur Verwendung kommenden Milch eine erhöhtere Beachtung geschenkt wird. Wie wir oben auseinandersetzten, spielen bei der Abtödtung der Tuberkelbazillen ihre Virulenz oder besser gesagt die jedem einzelnen Bakterienstamme innewohnende spezifische Widerstandskraft gegen schädigende Einflüsse bestimmter Art, ihre Zahl und vor Allem die physikalischen Verhältnisse, unter denen sich die Bakterien in der Milch befinden, eine ausschlaggebende Rolle.

Die besondere Widerstandsfähigkeit des zufällig vorhandenen Tuberkelbazillenstammes jedesmal zu beurtheilen, sind wir nicht in der Lage, wir wissen auch zu wenig darüber, wie die Virulenzschwankungen zu Stande kommen und welche Ursachen es bedingen, dass der einzelne Bakterienstamm eine grössere Lebenszähigkeit entwickelt als ein anderer derselben Art, welcher unter gleichen oder ähnlichen Bedingungen sich befand. In dieser Richtung Maassnahmen zu treffen, dürfte daher schwer fallen, wir müssen uns bei unserem Vorgehen vielmehr an den Durchschnitt halten, dabei uns aber bewusst bleiben, dass doch gelegentlich ein Tuberkelbazillenstamm in der Milch vorhanden sein kann, zu dessen Abtödtung die sonst genügende Wärmeeinwirkung eben nicht hinreicht. Die hierin liegende Gefahr ist indessen nicht so gross, denn einmal scheinen sich die Virulenzschwankungen doch innerhalb ziemlich enger Grenzen zu bewegen und dann würden Temperaturgrade, welche im Allgemeinen zur Vernichtung der Tuberkelbazillen genügen, bei solchen widerstandsfähigeren Stämmen eine derartige Herabsetzung der Lebensenergie bewirken, dass die Abwehrkräfte des sie aufnehmenden Körpers die Entfaltung ihrer schädigenden Thätigheit zu verhindern im Stande sind.

Die Zahl der in der Milch vorhandenen Tuberkelbazillen zu beeinflussen, haben wir in gewissem Grade in der Hand. Aus zahlreichen wissenschaftlichen Untersuchungen wissen wir, dass die Tuberkelbazillen stets in der Milch vorhanden sind bei der klinisch nachweisbaren Tuberkulose des Euters, dass sie häufig in der Milch vorkommen bei der allgemeinen Tuberkulose des betreffenden Thieres. Hie und da finden sie sich aber auch in der Milch solcher Kühe, welche entweder nur die Zeichen der lokalisirten Tuberkulose bieten oder ohne diese durch die Reaktion auf Tuberkulin eine irgendwo im Körper versteckte, klinisch nicht festzustellende Erkrankung dargethan haben. In einen gewissen Parallelismus zu der Häufigkeit des Vorkommens der Tuberkelbazillen in der Milch sind wir berechtigt die jedesmal vorhandene Menge derselben zu setzen. Es soll damit nicht geleugnet werden, dass nicht gelegentlich einmal ein Thier der dritten Gruppe recht zahlreiche Tuberkelbazillen mit seiner Milch ausscheiden kann, aber im Allgemeinen dürfen wir sagen, dass wir die Zahl der in die Mischmilch der Molkereien gelangenden Tuberkelbazillen sehr wesentlich herabsetzen, wenn es gelingt, die Milch der an Eutertuberkulose und an allgemeiner Tuberkulose leidenden Kühe von derselben fern zu halten. Das heisst mit andern Worten, wenn wir die für ihre Umgebung auch sonst gefährlichsten Thiere ausmerzen, können wir damit zugleich der Milch der übrigen Kühe, wenn sie etwa hie und da Tuberkelbazillen enthalten sollte, leichter ihre Ansteckungsfähigkeit nehmen.

Es ist dies ein Gesichtspunkt, der bei der Erörterung über die Bekämpfung der Eutertuberkulose bis dahin uns nicht genügend berücksichtigt zu sein scheint.

Seit einer Reihe von Jahren hat man in verschiedenen Staaten zum Theil unter Aufwendung bedeutender Mittel versucht, mittelst Tuberkulinimpfungen eine Sanirung der Rindviehbestände dadurch herbeizuführen, dass man entweder die reagirenden Thiere innerhalb einer mehr oder weniger lang bemessenen Zeit tödtete oder wenigstens von den nicht reagirenden streng absonderte. Die Erfolge haben den aufgewendeten Mitteln nicht recht entsprochen, so dass man sich jetzt im Wesentlichen darauf beschränkt, gegen jene beiden gefährlichsten Formen, die Eutertuberkulose und die Allgemeintuberkulose, zunächst vorzugehen. Es geschieht dies in der richtigen Erkenntniss, dass mit der Beseitigung der an diesen beiden Formen der Krankheit leidenden Thiere eine solche Unmasse von Ansteckungsstoffen vernichtet wird, dass die Gelegenheit zur Ansteckung für die übrigen Thiere in hohem Maasse sich verringert. Das Vorgehen des deutschen milchwirthschaftlichen Vereines in dieser Richtung beweist, dass man sich auch in den Kreisen der Milchproduzenten über die Nothwendigkeit einer solchen Bekämpfung schon aus rein wirthschaftlicheu Gründen klar ist. Ein Thier, wie die von uns beschriebene Kuh I, bildet eine öffentliche Gefahr. Man erwäge nur, das Thier war in gutem Ernährungszustande und bot ausser einer mässigen Vergrösserung des Euters keine Krankheitserscheinungen. Dabei gab die Kuh täglich 6 Liter in ihrem Aussehen von normaler sich nicht unterscheidender Milch, welche so massenhaft Tuberkelbazillen enthielt, dass in einem mit dem vierhundertsten Theile eines ccm angefertigten mikroskopischen Präparate jedes Gesichtsfeld deren zahlreiche zeigte. Eine einfache Rechnung ergiebt Milliarden von Ansteckungskeimen, die von diesem einen Thiere täglich in die Aussenwelt gelangten. Dann verweisen wir auf Kuh IV. Das Thier hustete häufig; wenn auch Sputummengen wie beim Menschen dabei nicht zu Tage gefördert wurden, weil die Wiederkäuer nicht auswerfen, so dürfen wir uns doch der Thatsache nicht verschliessen, dass bei den starken Hustenstössen feinste, Tuberkelbazillen enthaltende Tröpfchen mit nach aussen geschleudert werden. Ueber die Zahl der in den Luftwegen vorhandenen Tuberkelbazillen geben die Photogramme 5 und 6 Auskunft; sie entsprechen Ausstrich-Präparaten aus den käsig eitrigen Massen, welche sich in den Bronchien befanden. Die Präparate dürften für sich allein sprechen.

Wir sind der Meinung, dass sowohl die Allgemeinheit wie die einzelnen Besitzer ein lebhaftes Interesse daran haben, so gefährliche Thiere so bald wie möglich unschädlich zu machen und dass zu den hierzu erforderlichen Geldopfern beide Theile beizutragen haben.

Die Beseitigung der eutertuberkulösen Kühe bewirkt aber nicht allein eine Abnahme der Zahl der in der Sammelmilch vorhandenen Tuberkelbazillen, sie wird auch eine Aenderung der physikalischen Verhältnisse schaffen, unter denen sich die Krankheitskeime in der Milch befinden. Für das Einwirken der Wärme auf die Tuberkelbazillen in der beim kontinuirlichen Molkereibetriebe zur Verfügung stehenden kurzen Zeit ist es von grosser Bedeutung, ob die Bakterien in der Milch frei suspendirt vorhanden sind, oder ob sie von anderen Substanzen umhüllt werden. Schon Bang

macht darauf aufmerksam, dass die erkrankten Eutertheile oft eine leicht flockige, seröse Flüssigkeit in reichlicher Menge absondern. Die Milch wird um so häufiger solche flockigen Bestandtheile enthalten, als zu der tuberkulösen Erkrankung der Euter vielfach Veränderungen im Gewebe hinzukommen, die, durch Streptokokken und Staphylokokken bedingt, zu einer Abstossung von mehr oder weniger umfangreichen Gewebsfetzen führen. Für diese Verhältnisse bietet Kuh I ein hübsches Beispiel.

Wir haben diese Kuh oben mit Rücksicht auf die Zahl der von ihr ausgeschiedenen Tuberkelbazillen eine öffentliche Gefahr genannt, sie verdient diese Bezeichnung noch mehr, wenn man die Verhältnisse erwägt, unter welchen ein Theil der Bakterien sich in der Milch befand. Eingeschlossen in schlüpfrigen Gewebsbestandtheilen, die wegen ihrer Schlüpfrigkeit und Elastizität engmaschige Siebe unschwer passirten, waren die Tuberkelbazillen durch ihre die Wärme schlecht leitende Umhüllung gegen eine kurz dauernde Einwirkung selbst hoher Temperaturgrade hinreichend geschützt, um in ihrer Ansteckungsfähigkeit beeinträchtigt zu werden. Dass solche, virulente Tuberkelbazillen enthaltenden, halbfesten Bestandtheile der Milch für die Verdauungsorgane von jugendlichen oder geschwächten Individuen eine hohe Gefahr bedeuten, war seither eine allgemein geltende Annahme.

Eine weitere hier in Frage kommende Veränderung der Milch euterkranker Thiere hatten wir Gelegenheit bei Kuh II zu beobachten. Obgleich frisch gemolken, gerann die Milch schon bei der Erhitzung auf mässig hohe Temperaturgrade. Die Ursache dürfte darin gelegen haben, dass in Folge der entzündlichen Vorgänge in dem Euter das Verhältniss zwischen den Albuminen und Kaseïnen in der Milch sich zu Gunsten der ersteren wesentlich verschoben hatte. Die geronnenen Albuminmassen hatten die Tuberkelbazillen mit niedergerissen und dadurch vor der Wärmeeinwirkung in dem Maasse bewahrt, dass die erhitzte Milch in gleicher Weise infektiös war wie die nicht erhitzte (vgl. Versuch Kuh II b). Da wir die Milch für sich allein der Wärme aussetzten, war die mit ihr vorgegangene Veränderung natürlich in die Augen springend. Anders liegen die Verhältnisse, wenn einige Liter solcher Milch in einer Molkerei mit mehreren tausend Litern anderer Milch zusammen gemischt werden. Zur Gerinnung kommt es beim Erhitzen hier auch, nur werden die einzelnen Flocken, welche auch hier Tuberkelbazillen enthalten können, in der Gesammtmilch so vertheilt sein, dass ihre Anwesenheit selbst einer schärferen Beachtung, als wie sie in den Molkereien gewöhnlich der erhitzten Milch zu Theil wird, leicht entgehen kann.

Es sind aber nicht die direkten Veränderungen der Milch euterkranker Thiere allein, welche das gleichmässige Einwirken der Wärme auf die Krankheitserreger erschweren, auch die in der Milch enthaltenen Schmutzbestandtheile können und werden in gleichem Sinne wirken. Die wissenschaftlichen Kreise, welche sich mit der Milchwirthschaft beschäftigen, haben die Forderung einer gründlichen Stallhygiene längst aufgestellt. Erst neulich wieder hat Fleischmann in einem in der Generalversammlung des landwirthschaftlichen Centralvereines des Herzogthums Braunschweig gehaltenen Vortrage betont, wie nothwendig es sei, darauf zu achten, dass die Euter der Kühe rein gehalten würden, dass die Hände der Melkenden und alle Molkerei-

und Milchgeschirre sauber seien, dass Stroh, Heu und Häcksel erst in die Ställe hineinkäme, wenn die Milch aus denselben entfernt sei und dass diese letztere nur so kurze Zeit als unumgänglich nothwendig in den Ställen verbleiben solle. Wir können diesen Forderungen nur zustimmen.

Die Nothwendigkeit der jedesmaligen Reinigung der Euter der Kühe vor dem Melken ergiebt folgende Erwägung. Wir wissen, dass es bei lungenkranken Wiederkäuern, wenn auch nicht so regelmässig wie bei den Menschen, doch häufig genug zur Einschmelzung des Gewebes kommt. Die bei den Hustenstössen aus den Athmungswegen herausgeförderten bazillenhaltigen Massen werden wieder heruntergeschluckt und durch die Verdauungsorgane mit dem Kothe zum Theil nach aussen befördert, ohne inzwischen an ihrer Gefährlichkeit viel eingebüsst zu haben. Wir müssen also damit rechnen, dass dort, wo hustende Kühe stehen, der Mist und damit die äusseren Bedeckungen der Euter und der Striche infizirt sein können, auch wenn das Gewebe des Euters gesund ist.

Man braucht bei der Forderung der Reinigung der Hände der Melkenden, des Euters und der Striche vor dem Melken durchaus noch nicht an die Verwendung von Desinfektionsmitteln zu denken; die zahlreichen Untersuchungen der letzten Jahre über die Händedesinfektion haben dargethan, dass die grosse Masse der Krankheitserreger durch eine sorgfältige Säuberung mittelst Wasser und Seife bei allgemeiner Reinlichkeit sich mit hinreichender Sicherheit entfernen lässt. Auf die Beseitigung der grossen Mengen von Tuberkelbazillen kommt es aber an, der einzelne Bazillus bedingt für den Organismus, mit welchem er in Berührung kommt, wohl kaum eine Gefahr, und ausserdem wird er bei einer etwaigen späteren Erhitzung der Milch der Wärmeeinwirkung verhältnissmässig leicht erliegen.

Von der begründeten Voraussetzung ausgehend, dass die Stallstreu mit Tuberkelbazillen infizirt zu sein pflegt, wenn Thiere in dem Stalle sich befinden, welche solche Bakterien ausscheiden, ist die Forderung selbstverständlich, dass alle Arbeiten, welche mit der Aufwirbelung von Staub einhergehen, erst dann vorgenommen werden, wenn die Milch aus den Ställen entfernt ist. Mit der Unsitte, die Kühlung der Milch in den Ställen selbst und zu einer Zeit vorzunehmen, während deren die übrigen Stallarbeiten erledigt werden, sollte ein für allemal gebrochen werden. Die grosse Oberfläche, welche die Milch beim Fliessen über den Kühler der Stallluft darbietet, ist wie geschaffen, den Staub aus der letzteren aufzunehmen.

Im Anfange dieses Abschnittes warfen wir die Frage auf, ob die sichere Abtödtung sämmtlicher in der Sammelmilch enthaltenen Tuberkulosekeime vermittelst Dauererhitzung im Grossbetriebe durchführbar sei und ob nach Lage der bestehenden Verhältnisse eine solche Dauererhitzung überhaupt das einzige Mittel darstelle, um mit einer für die Praxis genügenden Sicherheit behaupten zu können, von derjenigen Milch, welche in ordnungsmässiger Weise den Erhitzer passirt hat, ist eine Ansteckung mit Tuberkulose nicht mehr zu befürchten. Die derzeitige allgemeine Durchführbarkeit der Dauererhitzung glaubten wir für Molkereien verneinen zu müssen. Dagegen sind wir der Ueberzeugung auf Grund der von uns entsprechend den Verhältnissen im Grossbetriebe mit den Apparaten der verschiedenen Firmen angestellten

Erhitzungsversuche und auf Grund der in diesem Abschnitte gegebenen Ueberlegungen, dass im kontinuirlichen Betriebe die Erhitzung der Sammelmilch auf hohe Temperaturgrade genügt, die Konsumenten der Molkereiprodukte vor Ansteckung zu schützen, falls die zur Zeit im Gange befindlichen Bestrebungen auf Ausmerzung der gefährlichsten Thiere zu einem Erfolge führen. Wir sind uns wohl bewusst, dass wir dabei mit zum Theile recht unbestimmten Faktoren rechnen, und dass mit diesem Standpunkte die wünschenswerthe mathematische Sicherheit nicht gegeben ist, aber das Wünschenswerthe muss hier vor dem Erreichbaren zurücktreten. Die Entwickelung der Desinfektionsfrage giebt den klaren Beweis, wie viel erreicht werden kann und wie viel erreicht wurde, ohne dass in jedem einzelnen Falle gesagt werden konnte, hier sind sämmtliche vorhandenen Krankheitskeime mit Sicherheit vernichtet worden.

In neuerer Zeit hat ein Konservirungs-Verfahren in die Milchtechnik Eingang gefunden, das voraussichtlich in der Zukunft die Aufmerksamkeit der Hygieniker und Volkswirthe in erhöhtem Maasse in Anspruch nehmen wird. Es beruht auf der alten Erfahrung, dass der Eintritt von Zersetzungen sich durch Kälteeinwirkung verhindern lässt. Der dänische Ingenieur Casse versuchte vor einigen Jahren als Erster die Milch im Grossbetriebe durch Gefrierenlassen für längere Zeit haltbar zu machen und dadurch einen Versand über weite Strecken zu ermöglichen. Es zeigte sich aber, dass das vollständige Gefrieren eine Veränderung der Milch herbeiführt und zwar in der Weise, dass die Fette sich zum Theil in Flocken ausscheiden und bei dem späteren Aufthauen nicht wieder in diejenige Emulsionsform übergehen, welche sie in frischer, nicht behandelter Milch besitzen. Es waren also ungefähr dieselben Schwierigkeiten, wie sie sich der Reinigung der Rohmilch durch Zentrifugiren und nachheriges Zusammenmischen von Rahm und Magermilch entgegenstellten. Durch die Erfahrungen in der Praxis lernte man aber bald einsehen, dass es nicht erforderlich ist, die ganze Milch in Eis umzuwandeln, sondern dass es genügt, den grösseren Theil nur tief abzukühlen und dieser tief gekühlten Milch kleine Mengen gefrorener Milch zuzusetzen. Der Aufthauungsvorgang bindet soviel Wärme, dass es bei einigermassen sachgemässer Aufbewahrung der Milch zu einer Zersetzung derselben nicht kommt. Das Wesentliche ist nun, dass eine derartig behandelte Milch nicht den obenerwähnten Nachtheil der Ausscheidung der Fette zeigt, sondern in Aussehen und Geschmack frischer Milch gleichkommt.

Die wichtigeren Ergebnisse unserer Untersuchungen lassen sich in folgenden Sätzen zusammenfassen:

1. Bei den Versuchen im Laboratorium genügt die sogenannte momentane Erhitzung der Milch selbst auf 98° (Temperatur des Aufwallens) nicht immer, die in der Milch vorhandenen Tuberkelbazillen abzutödten.

2. Die Beschaffenheit der Milch hat bei dem Ausfall der Laboratoriumsversuche eine erhebliche, wenn nicht ausschlaggebende Bedeutung.

3. Die bei den Laboratoriumsversuchen gewonnenen Ergebnisse dürfen auf die

mit den neueren Erhitzern arbeitenden Molkereien nicht ohne Weiteres übertragen werden, weil hier die Erhitzung unter Bedingungen geschieht, welche die Abtödtung der Krankheitskeime erleichtern.

4. Für die erwähnten Molkereien genügt die Erhitzung der Milch im kontinuirlichen Betriebe auf 90°, um hinreichende Sicherheit zu geben, dass die in der Milch vor der Erhitzung etwa vorhandenen Krankheitskeime unschädlich gemacht werden.

5. Bei rascher Erhitzung auf 90° unter fortwährender starker Bewegung und bei sofortiger tiefer Abkühlung werden die chemischen und physikalischen Eigenschaften der Milch nicht in dem Maasse verändert, dass eine weitere Ausnutzung in nennenswerther Weise erschwert ist.

6. Die Technik ist zur Zeit im Stande, für den kontinuirlichen Betrieb Milcherhitzer herzustellen, welche bei geringen Betriebskosten den von Seiten der Hygiene zu stellenden Anforderungen im Allgemeinen genügen.

Benutzte Litteratur.

Archiv des deutschen Landwirthschaftsrathes. Jahrgang XXV.

Arnold, O., Wärmevorgänge in Milcherhitzern. Milch-Zeitung 1899, Nr. 26.

Bang, Ueber die Eutertuberkulose der Milchkühe und über „tuberkulöse Milch". Deutsche Zeitschrift für Thiermedizin und vergleichende Pathologie 1885. Bd. XI.

—, Experimentelle Untersuchungen über tuberkulöse Milch. Deutsche Zeitschrift für Thiermedizin und vergleichende Pathologie 1891. Bd. XVII.

Baudoin, Contribution à l'étude de la contagion par le lait et de la prophylaxie par le lait stérilisé. Paris 1895. These.

Beck, Experimentelle Beiträge zur Untersuchung über die Marktmilch. Deutsche Vierteljahrsschrift für öff. Gesundheitspflege Bd. XXXII, Heft 3, S. 430 ff.

Bernstein, Prüfung der erhitzten Milch. Zeitschrift für Fleisch- und Milchhygiene. Jahrgang XI, Heft 3.

Bitter, Versuche über das Pasteurisiren der Milch. Zeitschrift für Hygiene Bd. 8. 1890.

Bollinger, Ueber die Tuberkulose unter den Hausthieren und ihr Verhältniss zur Ausbreitung der Krankheit unter den Menschen. Vortrag gehalten im Kongress zur Bekämpfung der Lungentuberkulose als Volkskrankheit. Berlin 1899, S. 103.

— Ueber den Einfluss der Verdünnung auf die Wirksamkeit des tuberkulösen Giftes. Münch. med. Wochenschrift 1889. Nr. 43.

Bonhoff, Die Einwirkung höherer Wärmegrade auf Tuberkelbazillen-Reinkulturen. Hygien. Rundschau 1892, S. 1009.

Boysen, Ueber die Gefahr der Verbreitung der Tuberkulose durch die Kuhmilch und über Maassregeln zur Abwehr dieser Gefahr. Schriften des milchwirthschaftlichen Vereines Nr. 26. Leipzig, Verlag von M. Heinsius Nachfolger.

Breteau, Pierre, Sur la valeur de la teinture de gaïac comme réactif des agents d'oxydation. Journal de Pharmacie et de Chimie 1898. Bd. 7.

Cadéac und Bournay, Ueber die Verbreitung der Tuberkulose der Rinder durch Fäkalien. Lyon. méd. LXXX. 1895. Nr. 78.

Delépine, The examination of cow's milk. The Journal of Comparative Pathology and Therapeutics 1897, p. 192.

Demme, Demme's Jahresbericht über die Thätigkeit des Jenner'schen Kinderhospitals in Bern 1882, S. 48.

Drunkhahn, Ueber den Verkehr mit Milch vom sanitätspolizeilichen Standpunkte. Vierteljahrsschrift für gerichtliche Medizin und öffentliches Sanitätswesen. Dritte Folge, Bd. XI. 1896.

Dunbar und Kister, Versuche zur Reinigung der Milch. Milch-Zeitung 1899. Nr. 48—50.

Epstein, Ueber Tuberkulose im Säuglingsalter. Vierteljahrsschrift f. d. prakt. Heilkunde 1879. Bd. II.

Forster, Ueber die Einwirkung von hohen Temperaturen auf Tuberkelbazillen. Hygienische Rundschau 1892. Nr. 20, S. 869.

—, Ueber die Einwirkung hoher Temperaturen auf Tuberkelbazillen. Hygienische Rundschau 1893. Nr. 15.

Galtier, Résistance du virus tuberculeux à la chaleur. Comptes rendus et mémoires du Congrès pour l'étude de la tuberculose 1888, S. 78.

—, Dangers de l'utilisation des produits, tels que le petit-lait et le fromage, obtenus avec le lait des vaches tuberculeuses. Comptes rend. des séances de l'académie des sciences de Paris 1887. T. CIV, p. 1333.

Gluns, Ib. van, Ueber das „Pasteurisiren" von Bakterien. Ein Beitrag zur Biologie der Mikroorganismen. Archiv für Hygiene Bd. IX. 1889.

Glage, Die Guajakprobe in der Praxis. Zeitschrift für Fleisch- und Milchhygiene Jahrgang XI, Heft 6.

Grancher u. Gennes, Desinfection des crachats des Tuberculeux. Annales d'hygiène publ. Bd. XIX, S. 357.

Hamilton, Die Reinigung von Milcherhitzern. Molkerei-Zeitung Jahrgang XV. Nr. 16. 1901.

Heim, Ueber das Verhalten der Krankheitserreger der Cholera, des Unterleibstyphus und der Tuberkulose in Milch, Butter, Molke und Käse. Arb. a. d. Kaiserlichen Gesundheitsamt 1899. Bd. V, S. 294.

Helm, W., Gewinnung und Absatz frischer, tuberkelbazillenfreier Trinkmilch (Eismilch). Deutsche Vierteljahrsschrift für öff. Gesundheitspflege Bd. XXXII, Heft 3.

—, Der Milchstaat. Bremen, Verlag von M. Heinsius Nachfolger. 1898.

—, Erfahrungen im Molkereibetriebe. Drittes Heft. Leipzig, Verlag von M. Heinsius Nachfolger. 1901.

—, Die Reform des Milchgewerbes durch Eismilch. Vortrag, gehalten auf der Generalversammlung der Landwirthschaftskammer von Pommern in Stettin am 16. März 1899. Milch-Zeitung 1899. Nr. 14.

Hesse, Ueber das Verhalten pathog. Mikroorganismen in pasteurisirter Milch. Zeitschrift für Hygiene Bd. XXXIV.

Hirschberger, Experim. Beiträge zur Infektiosität der Milch tuberkulöser Thiere. Arch. f. klin. Medicin 1889.

Hittcher, Bericht über die mit einem Milchkochapparat während der Zeit vom 30. Januar 1899 bis 7. März 1899 zu Kleinhof-Tapiau angestellten Versuche. Milch-Zeitung 1899, Nr. 25.

Jäger, N., Ueber die Möglichkeit tuberkulöser Infektion des Lymphsystems durch Milch und Milchprodukte. (Aus der hygienischen Untersuchungsstation des I. Armeekorps.) Hygienische Rundschau Jahrgang IX, Nr. 16. 1899.

Klein und Kirsten, Versuche betreffend die Wiederherstellung der Verkäsungsfähigkeit erhitzter Milch durch Chlorcalciumzusatz. Milch-Zeitung 1900.

Knuth, Ein Beitrag zur Feststellung der Eutertuberkulose und zur Frage der Virulenz der Milch eutertuberkulöser Kühe. Ztschr. f. Fleisch- und Milchhygiene 1900. Bd. X, S. 164.

Koch, Die Aetiologie der Tuberkulose. Mittheilungen aus dem Kaiserl. Gesundheitsamt Bd. II.

Köhler, C., Allgemeines über die Ausbreitung und Bedeutung der Tuberkulose als Volkskrankheit. Bericht über den Kongress zur Bekämpfung der Tuberkulose als Volkskrankheit Berlin 1899.

Kossel, H., Ueber die Tuberkulose im frühen Kindesalter. Ztschr. für Hygiene und Infekt. Bd. 21, S. 73.

Kühnau, Tuberkulose und Molkereiwesen. Milch-Zeitung 1899. Nr. 51 und 52.

de Man, Ueber die Einwirkung hoher Temperaturen auf Tuberkelbazillen. Archiv für Hygiene 1893, S. 133.

Marshal, Abtödtung der Perlsuchtkeime in der Milch. Michigan St. Bull. 173, S. 311 ff.

May, Ueber die Infektiosität der Milch perlsüchtiger Kühe. Archiv für Hygiene 1883. Bd. I.

Mazyck, M. P., Philadelphia. Drei Fälle von Hauttuberkulose infolge von Infektion mit dem Tuberkelbazillus des Rindes. Veterinary Journal 1900, Nr 10.

—, Der Import von Molkereiprodukten während des Jahres 1898. Milch-Zeitung 1899. Nr. 11.

Morgenroth, Versuche über Abtödtung von Tuberkelbazillen in Milch. Hygienische Rundschau 1900. S. 865.

Nocard, Dangers des animaux tuberculeux. Cohabitation, viande, lait. Moyens d'y parer. Rapport à la Commission de la prophylaxie de la tuberculose 1900.

—, Nachweis von Tuberkelbazillen im ausgehusteten Sputum von Kühen. Récueil de méd. vét. Juni 1884.

Ostertag, Ueber die Virulenz der Milch von Kühen, welche lediglich auf Tuberkulin reagirten, klinische Erscheinungen der Tuberkulose aber nicht zeigten. Ztschr. für Fleisch- und Milchhygiene 1899. Bd. IX, S. 168.

—, Untersuchungen über den Tuberkelbazillengehalt der Milch von Kühen, welche lediglich auf Tuberkulin reagirt haben, klinische Erscheinungen der Tuberkulose aber noch nicht zeigen. Bericht an den Herrn Minister für Landwirthschaft u. s. w. vom 20. April 1901.

—, Ueber den heutigen Stand der Tuberkulinimpfung. Milch-Zeitung 1900. Nr. 7 und 8.

—, Centrifugenschlamm und Schweinetuberkulose. Ztschr. für Fleisch- und Milchhygiene Jahrg. IV, Heft I.

Petri, Zum Nachweis der Tuberkelbazillen in der Butter und in der Milch. Arbeiten aus dem Kais. Gesundheitsamt Bd. XIV. 1898.

Petri und Maassen, Zur Beurtheilung der Hochdruck-Pasteurisirapparate. Arbeiten aus dem Kais. Gesundheitsamt Bd. XIV. 1898.

Pfeiffer, L., Die bisherigen Versuche zur Reinzüchtung des Vaccinekontagiums und die Antiseptik der Kuhpockenimpfung. Zeitschrift für Hygiene Bd. III.

Priester, Ein Fall von Impftuberkulose. Inaug.-Diss. Kiel 1895.

L. Rabinowitsch und Kempner, Beitrag zur Frage der Infektiosität der Milch tuberkulöser Kühe, sowie über den Nutzen der Tuberkulinimpfung. Ztschr. für Hygiene und Infektionskrankheiten Bd. 31, S. 137.

Ravenel, Ueber die Möglichkeit der Infektion durch Tuberkelbazillen, welche von Kühen beim Husten ausgeschieden werden. University medical Magazine, Pennsylvania. Ref. in der Zeitschrift für Fleisch- und Milchhygiene Jahrgang XI, Heft 8.

Riffeken, Unterleibstyphus und Molkereien. Zeitschrift für Medizinalbeamte Jahrg. 14. 1901.

du Roi, Ueber die Erhitzung der Vollmilch oder deren Nebenprodukte in den Sammelmolkereien. Molkerei-Zeitung 1900.

Rubner, Notiz über die Unterscheidung gekochter und ungekochter Milch. Hygienische Rundschau V. Jahrgang. Nr. 22. 1895.

Schill und Fischer, Ueber die Desinfektion des Auswurfs der Phthisiker. Mittheilungen aus dem Kaiserl. Gesundheitsamt Bd. II. 1884.

Schlegthendal, Die Bedeutung der Molkereien für die Verbreitung des Unterleibstyphus. Deutsche Vierteljahrsschrift für öffentliche Gesundheitspflege Bd. XXXII. 1900.

Schröder, Further experimental observations on the presence of tubercle bacilli in the milk of cows. U.-S. Department of agriculture. Bureau of animal Industry Bulletin 7. 1894. p. 75.

Siedel, Ein neuer Pasteurisirungsapparat. Milch-Zeitung 1899. Nr. 23.

Smith, Th., The thermal death point of tubercle bacilli in milk and some other fluids. Journal of experimental medicine 1899. Vol. IV. Nr. 2. (Referat in Hygien. Rundschau 1899. Bd. IX. Nr. 19.)

Smith und Schröder, Some experimental observations on the presence of tubercle bacilli in the milk of tuberculous cows when the udder is not visibly diseased. U.-S. Department of agriculture. Bureau of animal Industry Bulletin 3. 1893. p. 60.

Uffelmann, Ueber die jüngsten Leistungen auf dem Gebiet der Kinderernährungsfrage. Archiv f. Kinderheilkunde 1880. S. 414.

Utz, Nachweis gekochter und ungekochter Milch. Pharmazeutische Centralhalle 1901. Nr. 10.

Virchow, R., Nahrungsmittel. Referat auf dem Kongress zur Bekämpfung der Tuberkulose als Volkskrankheit. Berlin 1899.

Voelsch, Beitrag zur Frage nach der Tenacität der Tuberkelbazillen. Ziegler-Nauwerk, pathol. Anatomie Bd. 2. 1888.

Yersin, De l'action de quelques antiseptiques et de la chaleur sur le bacille de la Tuberculose. Annales de l'institut Pasteur 1888. Bd. I. Nr. 2.

Anhang.

Tabelle 27. — Molkereibetrieb zu B.

Lfde. Nr.	Gewicht g	Infizirt am	Art der Infektion	Getödtet am	Eingegangen am	Gewicht beim Tode g	Ergebniss der Impfung	Bemerkungen	Weitere Kontrollimpfungen	Ergebniss derselben
I. Rohmilch (Vollmilch). 60 ccm jeder Probe wurden 30 Minuten lang zentrifugirt, Rahm und Rückstand mit je 3 ccm Molke aufgeschwemmt und je 1 ccm dieser Aufschwemmung verimpft.										
1	245	12. III. 01	je 1 ccm Rahm-Aufschwemmung in die Bauchhöhle	—	12. V. 01.	201	Tuberkulose	—	—	—
2	220	„		3. VI. 01	—	357	„	—	—	—
3	205	12. III. 01	je 1 ccm Bodensatz-Aufschwemmung in die Bauchhöhle	—	27. V. 01.	259	Tuberkulose	—	—	—
4	210	„		7. V. 01	—	359	„	—	subkutane Verimpfung eines Stückchens Milz auf Nr. 33 und eines Stückchens Netz auf Nr. 34	Tuberkulose
II. Vollmilch — auf 101½—103° erhitzt.										
5	240	12. III. 01	je 1 ccm Rahm-Aufschwemmung in die Bauchhöhle	3. VI. 01	—	351	keine Tuberkulose	—	—	—
6	205	„		„	—	371	„	—	—	—
7	210	12. III. 01	je 1 ccm Bodensatz-Aufschwemmung in die Bauchhöhle	3. VI. 01	—	456	keine Tuberkulose	—	—	—
8	170	„		„	—	431	„	—	—	—
III. Vollmilch — erreichte Wärme unbekannt — (vgl. Phase I der Erhitzung).										
9	225	12. III. 01	je 1 ccm Rahm-Aufschwemmung in die Bauchhöhle	4. VI. 01	—	290	keine Tuberkulose	—	—	—
10	215	„		5. VII. 01	—	473	„	—	—	—
11	210	12. III. 01	je 1 ccm Bodensatz-Aufschwemmung in die Bauchhöhle	5. VII. 01	—	449	keine Tuberkulose	—	—	—
12	210	„		4. VI 01	—	445	„	—	—	—
IV. Magermilch — auf 101—102° erhitzt.										
13	190	12. III. 01	je 1 ccm Rahm-Aufschwemmung in die Bauchhöhle	4. VI. 01	—	235	keine Tuberkulose	—	—	—
14	235	„		5. VII. 01	—	425	„	—	—	—
15	175	12. III. 01	je 1 ccm Bodensatz-Aufschwemmung in die Bauchhöhle	4. VI. 01	—	345	keine Tuberkulose	—	—	—
16	190	„		5. VII. 01	—	385	„	—	—	—
V. Sahne — auf 101—104° erhitzt.										
17	210	12. III. 01	je 1 ccm Rahm-Aufschwemmung in die Bauchhöhle	4. VI. 01	—	345	keine Tuberkulose	—	—	—
18	280	„		5. VI. 01	—	361	„	—	—	—
19	275	12. III. 01	je 1 ccm Bodensatz-Aufschwemmung in die Bauchhöhle	5. VI. 01	—	330	keine Tuberkulose	—	—	—
20	250	„		„	—	450	„	—	—	—
VI. Centrifugenschlamm. 4 Oesen Schlamm wurden in 4 ccm physiol. Kochsalzlösung aufgeschwemmt und von dieser Aufschwemmung je 1 ccm auf Meerschweinchen verimpft.										
21	175	12. III. 01	1 ccm Schlamm-Aufschwemmung unter die Haut	5. VI. 01	—	345	Tuberkulose	—	—	—
22	185	„		„	—	317	keine Tuberkulose	—	—	—
23	220	12. III. 01	1 ccm Schlamm-Aufschwemmung in die Bauchhöhle	5. VI. 01	—	420	Tuberkulose	—	—	—
24	215	„		„	—	430	keine Tuberkulose	—	—	—

Lfde. Nr.	Gewicht g	Infizirt am	Art der Infektion	Getödtet am	Eingegangen am	Gewicht beim Tode g	Ergebniss der Impfung	Bemerkungen	Weitere Kontrollimpfungen	Ergebniss derselben

VII. Butter.

Die Butter wurde am 13. III. im Wasserbade bei 40° C. verflüssigt und 30 Minuten lang zentrifugirt. Je 1 ccm der oberen bez. unteren Schicht wurde auf Meerschweinchen verimpft.

Lfde. Nr.	Gewicht g	Infizirt am	Art der Infektion	Getödtet am	Eingegangen am	Gewicht beim Tode g	Ergebniss der Impfung	Bemerkungen	Weitere Kontrollimpfungen	Ergebniss derselben
25	205	13.III.01	1 ccm Butter — obere Schicht — unter die Haut	5.VI. 01	—	346	keine Tuberkulose	—	—	—
26	185	„		„	—	399	„	—	—	—
27	180	13.III.01	1 ccm Butter — obere Schicht — in die Bauchhöhle	5.VI. 01	—	446	keine Tuberkulose	—	—	—
28	210	„		„	—	?	„	—	—	—
29	160	13.III.01	1 ccm Butter — untere Schicht — unter die Haut	28.V. 01	—	361	Tuberkulose	—	—	—
30	185	„		„	—	354	„	—	—	—
31	175	13.III.01	1 ccm Butter — untere Schicht — in die Bauchhöhle	28.V. 01	—	201	Tuberkulose	—	—	—
32	160	„		—	19.V. 01	180	„	—	Verimpfung eines Stückchens Milz auf Nr. 35 u. eines Stückchens Netz auf Nr. 36 unter die Haut.	Tuberkulose

Tabelle 28. — Molkereibetrieb zu C.

I. Magermilch:

Lfde. Nr.	Gewicht g	Infizirt am	Art der Infektion	Getödtet am	Eingegangen am	Gewicht beim Tode g	Ergebniss der Impfung	Bemerkungen	Weitere Kontrollimpfungen	Ergebniss derselben
1	270	19.IX.00	je 1 ccm Magermilch unter die Haut	17.XII.00	—	674	keine Tuberkulose	—	—	—
2	225	„		29.XI.00	—	490	„	—	—	—
3	275	19.IX.00	je 1 ccm Magermilch in die Bauchhöhle	17.XII.00	—	574	keine Tuberkulose	—	—	—
4	275	„		29.XI.00	—	587	„	—	—	—

II Centrifugenschlamm.

6 Oesen Schlamm wurden in 6 ccm physiol. Kochsalzlösung aufgeschwemmt und je 1 ccm der Aufschwemmung verimpft.

Lfde. Nr.	Gewicht g	Infizirt am	Art der Infektion	Getödtet am	Eingegangen am	Gewicht beim Tode g	Ergebniss der Impfung	Bemerkungen	Weitere Kontrollimpfungen	Ergebniss derselben
5	185	19.IX.00	je 1 ccm Centrifugen-schlamm-Aufschwemmung unter die Haut	29. XI.00	—	448	keine Tuberkulose	—	—	—
6	205	„		17.XII.00	—	445	„	—	—	—
7	205	„		—	3. X. 00	?	—	Todesursache nicht feststellbar	—	—
8	175	19.IX.00	je 1 ccm Centrifugen-schlamm-Aufschwemmung in die Bauchhöhle	—	29. IX. 00	108	—	Todesursache nicht feststellbar	—	—
9	195	„		29.XI.00	—	477	keine Tuberkulose	—	—	—
10	185	„		17.XII.00	—	465	„	—	—	—

III. Vollmilch unerhitzt.

Die Milchproben wurden zentrifugirt, Rahmschicht und Bodensatz mit Molke aufgeschwemmt und von diesen Aufschwemmungen je 1 ccm verimpft.

Lfde. Nr.	Gewicht g	Infizirt am	Art der Infektion	Getödtet am	Eingegangen am	Gewicht beim Tode g	Ergebniss der Impfung	Bemerkungen	Weitere Kontrollimpfungen	Ergebniss derselben
11	195	19.IX.00	je 1 ccm Rahm-Aufschwemmung unter die Haut	—	26.IX.00	?	—	Todesursache nicht feststellbar	—	—
12	195	„		24. X. 00	—	323	Tuberkulose	—	—	—
13	220	„	je 1 ccm Rahm-Aufschwemmung in die Bauchhöhle	—	27.IX.00	179	—	† an seröser Peritonitis	—	—
14	195	„		—	28.IX.00	140	—	sero-fibrinöse Peritonitis und Pleuritis	—	—

Lfde. Nr.	Gewicht g	Infizirt am	Art der Infektion	Getödtet am	Eingegangen am	Gewicht beim Tode g	Ergebniss der Impfung	Bemerkungen	Weitere Kontrollimpfungen	Ergebniss derselben
15	210	19. IX. 00	je 1 ccm Bodensatz-Aufschwemmung unter die Haut	—	30. IX. 00	210	—	Todesursache nicht feststellbar	—	—
16	220	"		23. X. 00	—	275	Tuberkulose	—	1 Stückchen Milz von Nr. 16 wird subkutan auf Nr. 69 u. 70 verimpft	Tuberkulose
17	240	"	je 1 ccm Bodensatz-Aufschwemmung in die Bauchhöhle	"	—	298	"	—	—	—
18	265	"		"	—	293	"	—	1 Stückchen Milz von Nr. 18 wird subkutan auf Nr. 67 u. 68 verimpft	Tuberkulose

IV. Vollmilch — auf 100° erhitzt.

Lfde. Nr.	Gewicht g	Infizirt am	Art der Infektion	Getödtet am	Eingegangen am	Gewicht beim Tode g	Ergebniss der Impfung	Bemerkungen	Weitere Kontrollimpfungen	Ergebniss derselben
19	255	19. IX. 00	je 1 ccm Rahm-Aufschwemmung unter die Haut	18. XII. 00	—	641	keine Tuberkulose	—	—	—
20	280	"		29. XI. 00	—	452	"	—	—	—
21	270	19. IX. 00	je 1 ccm Rahm-Aufschwemmung in die Bauchhöhle	18. XII. 00	—	620	"	—	—	—
22	280	"		29. XI. 00	—	558	"	—	—	—
23	280	19. IX. 00	je 1 ccm Bodensatz-Aufschwemmung unter die Haut	18. XII. 00	—	664	keine Tuberkulose	—	—	—
24	395	"		—	14. XI. 00	571	—	Peritonitis u. hypostatische Pneumonie	—	—
25	280	19. IX. 00	je 1 ccm Bodensatz-Aufschwemmung in die Bauchhöhle	29. XI. 00	—	575	keine Tuberkulose	—	—	—
26	305	"		18. XII. 00	—	577	"	—	—	—

V. Vollmilch — auf 86° erhitzt.

Lfde. Nr.	Gewicht g	Infizirt am	Art der Infektion	Getödtet am	Eingegangen am	Gewicht beim Tode g	Ergebniss der Impfung	Bemerkungen	Weitere Kontrollimpfungen	Ergebniss derselben
27	225	19. IX. 00	je 1 ccm Rahm-Aufschwemmung unter die Haut	—	28. IX. 00	?	—	Todesursache nicht feststellbar	—	—
28	280	"		20. XII. 00	—	560	keine Tuberkulose	—	—	—
29	290	19. IX. 00	je 1 ccm Rahm-Aufschwemmung in die Bauchhöhle	29. XI. 00	—	525	keine Tuberkulose	—	—	—
30	260	"		20. XII. 00	—	600	"	—	—	—
31	260	19. IX. 00	je 1 ccm Bodensatz-Aufschwemmung unter die Haut	29. XI. 00	—	507	keine Tuberkulose	—	—	—
32	270	"		20. XII. 00	—	645	"	—	—	—
33	260	19. IX. 00	je 1 ccm Bodensatz-Aufschwemmung in die Bauchhöhle	"	—	573	keine Tuberkulose	—	—	—
34	280	"		"	—	650	"	—	—	—

VI. Rahm.

Lfde. Nr.	Gewicht g	Infizirt am	Art der Infektion	Getödtet am	Eingegangen am	Gewicht beim Tode g	Ergebniss der Impfung	Bemerkungen	Weitere Kontrollimpfungen	Ergebniss derselben
35	240	19. IX. 00	je 1 ccm Rahm-Oberschicht-Aufschwemmung unter die Haut	22. XII. 00	—	555	keine Tuberkulose	—	subkutane Verimpfung je eines Stückchens Netz auf Nr. 75 und 76	keine Tuberkulose
36	340	"		"	—	613	"	—	—	—
37	270	19. IX. 00	je 1 ccm Rahm-Oberschicht-Aufschwemmung in die Bauchhöhle	22. XII. 00	—	713	keine Tuberkulose	—	—	—
38	330	"		"	—	571	"	—	—	—
39	320	19. IX. 00	je 1 ccm Rahm-Unterschicht Aufschwemmung unter die Haut	28. XII. 00	—	572	keine Tuberkulose	—	—	—
40	310	"		"	—	519	"	—	—	—
41	370	19. IX. 00	je 1 ccm Rahm-Unterschicht-Aufschwemmung in die Bauchhöhle	28. XII. 00	—	705	keine Tuberkulose	—	—	—
42	310	"		"	—	565	"	—	—	—

Lfde. Nr.	Gewicht g	Infizirt am	Art der Infektion	Getödtet am	Eingegangen am	Gewicht beim Tode g	Ergebniss der Impfung	Bemerkungen	Weitere Kontrollimpfungen	Ergebniss derselben

VII. Butter I.

Die Butterproben wurden im Wasserbade bei 40° C. verflüssigt und zentrifugirt.

Lfde. Nr.	Gewicht g	Infizirt am	Art der Infektion	Getödtet am	Eingegangen am	Gewicht beim Tode g	Ergebniss der Impfung	Bemerkungen	Weitere Kontrollimpfungen	Ergebniss derselben
43	250	19. IX. 00	je 1 ccm Butter-Oberschicht unter die Haut	28. XII. 00	—	548	keine Tuberkulose	—	—	—
44	170	"		"	—	501	"	—	—	—
45	210	19. IX. 00	je 1 ccm Butter-Oberschicht in die Bauchhöhle	28. XII. 00	—	479	keine Tuberkulose	—	—	—
46	170	"		"	—	570	"	—	—	—
47	375	19. IX. 00	je 1 ccm Butter-Unterschicht unter die Haut	8. XI. 00	—	550	Tuberkulose	—	subkutane Verimpfung eines Stückchens Milz von Nr. 47 auf Nr. 73.	Tuberkulose
48	160	"		"	—	304	"	—	—	—
49	325	19. IX. 00	je 1 ccm Butter-Unterschicht in die Bauchhöhle	28. XII. 00	—	588	Tuberkulose	—	—	—
50	170	"		8. XI. 00	—	361	"	—	subkutane Verimpfung eines Stückchens Milz von Nr. 50 auf Nr. 74.	Tuberkulose

VIII. Butter II.

Lfde. Nr.	Gewicht g	Infizirt am	Art der Infektion	Getödtet am	Eingegangen am	Gewicht beim Tode g	Ergebniss der Impfung	Bemerkungen	Weitere Kontrollimpfungen	Ergebniss derselben
51	250	19. IX. 00	je 1 ccm Butter-Oberschicht unter die Haut	—	18. X. 00.	173	—	jauchiger Abscess am Unterkiefer	—	—
52	200	"		29. XII. 00	—	591	keine Tuberkulose	—	—	—
53	235	19. IX. 00	je 1 ccm Butter-Oberschicht in die Bauchhöhle	29. XII. 00	—	502	keine Tuberkulose	—	—	—
54	215	"		"	—	568	"	—	—	—
55	385	19. IX. 00	je 1 ccm Butter-Unterschicht unter die Haut	8. XI. 00	—	553	Tuberkulose	—	subkutane Verimpfung eines Stückchens Milz von Nr. 55 auf Nr. 71.	Tuberkulose
56	160	"		29. XII. 00	—	345	"	—	—	—
57	350	19. IX. 00	je 1 ccm Butter-Unterschicht in die Bauchhöhle	29. XII 00	—	381	Tuberkulose	—	—	—
58	185	"		8. XI. 00	—	299	"	—	subkutane Verimpfung eines Stückchens Milz von Nr. 58 auf Nr. 72.	Tuberkulose

IX. Butter III.

Dieselbe war aus der am Besichtigungstage erhitzten Milch gewonnen und wurde am 22. IX. übersandt.

Lfde. Nr.	Gewicht g	Infizirt am	Art der Infektion	Getödtet am	Eingegangen am	Gewicht beim Tode g	Ergebniss der Impfung	Bemerkungen	Weitere Kontrollimpfungen	Ergebniss derselben
59	180	22. IX. 00	je 1 ccm Butter-Oberschicht unter die Haut	29. XI. 00	—	422	keine Tuberkulose	—	—	—
60	195	"		29. XII. 00	—	527	"	—	—	—
61	210	22. IX. 00	je 1 ccm Butter-Oberschicht in die Bauchhöhle	29. XI. 00	—	454	keine Tuberkulose	—	—	—
62	265	"		29. XII. 00	—	522	"	—	—	—
63	200	22. IX. 00	je 1 ccm Butter-Unterschicht unter die Haut	—	26. XI. 00	?	—	starkes Infiltrat an der Impfstelle	—	—
64	260	"		29. XII. 00	—	647	keine Tuberkulose	—	—	—
65	260	22. IX. 00	je 1 ccm Butter-Unterschicht in die Bauchhöhle	29. XII. 00	—	545	keine Tuberkulose	—	—	—
66	205	"		29. XI. 00	—	565	"	—	—	—

Tabelle 29. — Molkereibetrieb zu D.

Lfde. Nr.	Infizirt am	Art der Infektion	Getödtet am	Eingegangen am	Ergebniss der Impfung	Bemerkungen	Weitere Kontrollimpfungen	Ergebniss derselben
				I. Magermilch.				
1	31.V.00	je 1 ccm Magermilch unter die Haut	—	1.VI.00	keine Tuberkulose	sämmtliche vier Thiere gingen an Peritonitis zu Grunde. Im Exsudat wurden massenhaft plumpe Stäbchen gefunden	—	—
2	"		—	"	"		—	—
3	31.V.00	je 1 ccm Magermilch in die Bauchhöhle	—	1.VI.00	keine Tuberkulose		—	—
4	"		—	"	"		—	—
				II. Rohmilch.				
5	31.V.00	je 1 ccm Rohmilch unter die Haut	6.VII.00	—	keine Tuberkulose	—	Ueberimpfung auf Meerschweinchen Nr. 29 u. 30	keine Tuberkulose
6	"		4.VIII.00	—	"	—	Ueberimpfung auf Nr. 37 u. 38	keine Tuberkulose
7	31.V.00	je 1 ccm Rohmilch in die Bauchhöhle	6.VII.00	—	keine Tuberkulose	—	Ueberimpfung auf Nr. 31 u. 32	keine Tuberkulose
8	"		11.IX.00	—	"	—	—	—
				III. Butter — bei 45° verflüssigt.				
9	31.V.00	je 1 ccm flüssiger Butter unter die Haut	4.VIII.00	—	keine Tuberkulose	—	Ueberimpfung auf Nr. 39	keine Tuberkulose
10	"		30.VIII.00	—	"	—	—	—
11	31.V.00	je 1 ccm flüssiger Butter in die Bauchhöhle	4.VIII.00	—	keine Tuberkulose	—	Ueberimpfung auf Nr. 40	keine Tuberkulose
12	"		30.VIII.00	—	"	—	—	—
				IV. Zentrifugenschlamm I.				
13	31.V.00	je 1 ccm Schlamm-Aufschwemmung unter die Haut	4.VIII.00	—	keine Tuberkulose	—	Ueberimpfung auf Nr. 41	keine Tuberkulose
14	"		—	21.VIII.00	"	—	—	—
15	31.V.00	je 1 ccm Schlamm-Aufschwemmung in die Bauchhöhle	—	1.VI.00	keine Tuberkulose	—	—	—
16	"		1.IX.00	—	"	eingegangen an Peritonitis (vergl. Nr. 1—4)	—	—
				V. Zentrifugenschlamm II (an einer anderen Stelle entnommen).				
17	31.V.00	je 1 ccm Schlamm-Aufschwemmung unter die Haut	9.VIII.00	—	keine Tuberkulose	—	—	—
18	"		1.IX.00	—	"	—	—	—
19	31.V.00	je 1 ccm Schlamm-Aufschwemmung in die Bauchhöhle	9.VIII.00	—	keine Tuberkulose	—	Ueberimpfung auf Nr. 42	keine Tuberkulose
20	"		—	22.VIII.00	"	—	—	—

Lfde. Nr.	Infizirt am	Art der Infektion	Getödtet am	Eingegangen am	Ergebniss der Impfung	Bemerkungen	Weitere Kontrollimpfungen	Ergebniss derselben
		VI. Butter, welche 3 Tage im Laboratorium aufbewahrt war. Dieselbe wurde bei 45° C. im Wasserbade verflüssigt und zentrifugirt.						
21	2. VI. 00	je 1 ccm Butter — obere Schicht — unter die Haut	9. VIII. 00	—	keine Tuberkulose	—	Ueberimpfung auf Nr. 43	keine Tuberkulose
22	"		1. IX. 00	—	"	—	—	—
23	2. VI. 00	je 1 ccm Butter — obere Schicht — in die Bauchhöhle	10. VIII. 00	—	keine Tuberkulose	—	—	—
24	"		5. X. 00	—	"	—	—	—
25	2. VI. 00	je 1 ccm Butter — untere Schicht — unter die Haut	27. VII. 00	—	Tuberkulose	—	Ueberimpfung auf Nr. 33—36	Tuberkulose
26	"		10. VIII. 00	—	keine Tuberkulose	—	—	—
27	2. VI. 00	je 1 ccm Butter — untere Schicht — in die Bauchhöhle	10. VIII. 00	—	Tuberkulose	—	Ueberimpfung auf Nr. 44—47	Tuberkulose
28	"		11. VIII. 00	—	"	—	Ueberimpfung auf Nr. 48 u. 49	Nr. 48 keine Tuberkulose Nr. 49 Tuberkulose

Tabelle 30.

Lfde. Nr.	Gewicht g	Infizirt am	Art der Infektion	Getödtet am	Eingegangen am	Gewicht beim Tode g	Ergebniss der Impfung	Bemerkungen	Weitere Kontrollimpfungen	Ergebniss derselben
			I. Rohmilch (Vollmilch). Je 30 ccm einer Probe wurden 25 Minuten lang zentrifugirt; Rahmschicht und Rückstand wurden mit je 2 ccm Molke aufgeschwemmt und je 1 ccm der Aufschwemmung Meerschweinchen in die Bauchhöhle gespritzt.							
1	226	13. IV. 01	je 1 ccm Rahm-Aufschwemmung in die Bauchhöhle	12. VI. 01	—	337	keine Tuberkulose	—	1 Stückchen Milz verimpft auf Nr. 53, 1 Stückchen Leber auf Nr. 54	keine Tuberkulose
2	234	"		14. VI. 01	—	365	"	—	—	—
3	269	13. IV 01	je 1 ccm Bodensatz-Aufschwemmung in die Bauchhöhle	14. VI. 01	—	375	keine Tuberkulose	—	—	—
4	200	"		12. VI. 01	—	317	"	—	—	—
			II. Mischmilch, roh (Vollmilch + tuberkelbazillenhaltige Milch) einfache Verdünnung.							
5	228	13. IV. 01	je 1 ccm Rahm-Aufschwemmung in die Bauchhöhle	12. VI. 01	—	367	Tuberkulose	—	—	—
6	206	"		30. V. 01	—	312	"	—	—	—
7	206	13. IV. 01	je 1 ccm Bodensatz-Aufschwemmung in die Bauchhöhle	12. VI 01	—	282	Tuberkulose	—	—	—
8	264	"		29. V. 01	—	284	"	—	1 Stückchen Milz verimpft auf Nr. 52, 1 Stückchen Netz auf Nr. 51.	Tuberkulose

Lfde. Nr.	Gewicht g	Infizirt am	Art der Infektion	Getödtet am	Eingegangen am	Gewicht beim Tode g	Ergebniss der Impfung	Bemerkungen	Weitere Kontrollimpfungen	Ergebniss derselben
III. Mischmilch, roh (doppelte Verdünnung).										
9	256	13. IV. 01	je 1 ccm Rahm-Aufschwemmung in die Bauchhöhle	—	4. V. 01	210	Tuberkulose	—	—	—
10	308	„		13. VI. 01	—	239	„	—	—	—
11	265	13. IV. 01	je 1 ccm Bodensatz-Aufschwemmung in die Bauchhöhle	13. VI. 01	—	450	keine Tuberkulose	—	—	—
12	279	„		14. VI. 01	—	473	„	—	—	—
IV. Mischmilch — auf 100° C. erhitzt, a) im kontinuirlichen Betriebe entnommen:										
13	280	13. IV. 01	je 1 ccm Rahm-Aufschwemmung in die Bauchhöhle	13. VI. 01	—	375	keine Tuberkulose	—	—	—
14	236	„		„	—	297	„	—	—	—
15	269	13. IV. 01	je 1 ccm Bodensatz-Aufschwemmung in die Bauchhöhle	13. VI. 01	—	327	keine Tuberkulose	—	—	—
16	260	„		„	—	325	„	—	—	—
b) im Dauerbetriebe nach 1 Minute entnommen:										
17	268	13. IV. 01	je 1 ccm Rahm-Aufschwemmung in die Bauchhöhle	13. VI. 01	—	389	keine Tuberkulose	—	—	—
18	210	„		„	—	297	„	—	—	—
19	254	13. IV. 01	je 1 ccm Bodensatz-Aufschwemmung in die Bauchhöhle	13. VI. 01	—	343	keine Tuberkulose	—	—	—
20	307	„		„	—	427	„	—	—	—
V. Mischmilch — auf 95° C. erhitzt, a) im kontinuirlichen Betriebe entnommen:										
21	238	13. IV. 01	je 1 ccm Rahm-Aufschwemmung in die Bauchhöhle	13. VI. 01	—	305	keine Tuberkulose	—	—	—
22	308	„		„	—	435	„	—	—	—
23	290	13. IV. 01	je 1 ccm Bodensatz-Aufschwemmung in die Bauchhöhle	13. VI. 01	—	390	keine Tuberkulose	—	—	—
24	232	„		„	—	317	„	—	—	—
b) im Dauerbetriebe nach 1 Minute entnommen:										
25	280	13. IV. 01	je 1 ccm Rahm-Aufschwemmung in die Bauchhöhle	13. VI. 01	—	395	keine Tuberkulose	—	—	—
26	223	„		„	—	325	„	—	—	—
27	260	13. IV. 01	je 1 ccm Bodensatz-Aufschwemmung in die Bauchhöhle	13. VI 01	—	385	keine Tuberkulose	—	—	—
28	195	„		„	—	259	„	—	—	—
VI. Mischmilch — auf 90° C. erhitzt, a) im kontinuirlichen Betriebe entnommen:										
29	223	13. IV. 01	je 1 ccm Rahm-Aufschwemmung in die Bauchhöhle	13. VI. 01	—	290	keine Tuberkulose	—	—	—
30	228	„		„	—	324	„	—	—	—
31	273	13. IV. 01	je 1 ccm Bodensatz-Aufschwemmung in die Bauchhöhle	13. VI. 01	—	368	keine Tuberkulose	—	—	—
32	240	„		„	—	330	„	—	—	—

Lfde. Nr.	Gewicht g	Infizirt am	Art der Infektion	Getödtet am	Eingegangen am	Gewicht beim Tode g	Ergebniss der Impfung	Bemerkungen	Weitere Kontrollimpfungen	Ergebniss derselben
			b) im Dauerbetriebe nach 1 Minute entnommen:							
33	320	13.IV.01	je 1 ccm Rahm-Aufschwemmung in die Bauchhöhle	13.VI.01	—	368	keine Tuberkulose	—	—	—
34	274	„		„	—	335	„	—	—	—
35	286	13.IV.01	je 1 ccm Bodensatz-Aufschwemmung in die Bauchhöhle	13.VI.01	—	340	keine Tuberkulose	—	—	—
36	237	„		„	—	291	„	—	—	—
			VII. Mischmilch — auf 85° erhitzt, a) im kontinuirlichen Betriebe entnommen:							
37	293	13.IV.01	je 1 ccm Rahm-Aufschwemmung in die Bauchhöhle	14.VI.01	—	410	keine Tuberkulose	—	—	—
38	229	„		—	15.IV.01	221	„	† an serofibrinöser Peritonitis	—	—
39	307	13.IV.10	je 1 ccm Bodensatz-Aufschwemmung in die Bauchhöhle	14.VI.01	—	465	keine Tuberkulose	—	—	—
40	216	„		„	—	331	„	—	—	—
			b) im Dauerbetriebe nach 1 Minute entnommen:							
41	287	13.IV.01	je 1 ccm Rahm-Aufschwemmung in die Bauchhöhle	14.VI.01	—	430	keine Tuberkulose	—	—	—
42	180	„		„	—	265	„	—	—	—
43	219	13.IV.01	je 1 ccm Bodensatz-Aufschwemmung in die Bauchhöhle	14.VI.01	—	295	keine Tuberkulose	—	—	—
44	291	„		„	—	352	„	—	—	—

Tabelle 31.

I. Rohmilch (aus der Molkerei zu Schöningen).
Sämmtliche Milchproben wurden in Mengen von je 30 ccm 20 Minuten lang zentrifugirt, Rahm und Bodensatz mit je 3 ccm Molke aufgeschwemmt und hiervon je 1 ccm Meerschweinchen in die Bauchhöhle gespritzt.

Lfde. Nr.	Gewicht g	Infizirt am	Art der Infektion	Getödtet am	Eingegangen am	Gewicht beim Tode g	Ergebniss der Impfung	Bemerkungen	Weitere Kontrollimpfungen	Ergebniss derselben
1	137	25.IV.01	je 1 ccm Aufschwemmung von Rahmschicht + Bodensatz in die Bauchhöhle	19.VI.01	—	384	keine Tuberkulose	—	—	—
2	153	„		—	2.V.01	129	„	Nr. 2 und 3 † an sero-fibrinöser Peritonitis und Pleuritis. Im Exsudat Schweineseuche ähnl. Stäbchen	—	—
3	185	„		—	27.IV.01	173	„		—	—
			II. Mischmilch (Rohmilch + tuberkelbazillenhaltige Milch) entnommen vor der Erhitzung auf 100°.							
4	169	25.IV.01	je 1 ccm Aufschwemmung von Rahmschicht + Bodensatz in die Bauchhöhle	19.VI.01	—	282	Tuberkulose	—	—	—
5	198	„		—	28.IV.01	186	keine Tuberkulose	† an Peritonitis u. Pleuritis (vgl. Nr. 2 und 3)	—	—
6	238	„		19.VI.01	—	401	Tuberkulose	—	—	—
			III. Mischmilch (Rohmilch + tuberkelbazillenhaltige Milch) entnommen vor der Erhitzung auf 85°.							
7	176	25.IV.01	je 1 ccm Aufschwemmung von Rahmschicht + Bodensatz in die Bauchhöhle	19.VI.01	—	267	Tuberkulose	—	—	—
8	175	„		19.VI.01	—	356	Tuberkulose	—	—	—
9	201	„		—	26.IV.01	180	keine Tuberkulose	† an Peritonitis u. Pleuritis (vgl. Nr. 5)	—	—

Lfde. Nr.	Gewicht g	Infizirt am	Art der Infektion	Getötet am	Eingegangen am	Gewicht beim Tode g	Ergebniss der Impfung	Bemerkungen	Weitere Kontrollimpfungen	Ergebniss derselben
			IV. Milch — auf 100° im kontinuirlichen Betriebe erhitzt.							
10	162	25.IV.01	je 1 ccm Aufschwemmung von Rahmschicht + Bodensatz in die Bauchhöhle	—	25.V.01	235	keine Tuberkulose	† an eitriger Pleuritis	—	—
11	189	„		19.VI.01	—	384	—	—	—	—
12	181	„		19.VI.01	—	352	—	—	—	—
			V. Milch — auf 95° im kontinuirlichen Betriebe erhitzt.							
13	120	25.IV.01	je 1 ccm Aufschwemmung von Rahmschicht + Bodensatz in die Bauchhöhle	19.VI.01	—	382	keine Tuberkulose	—	—	—
14	233	„		—	—	391	—	—	—	—
15	209	„		—	—	369	—	—	—	—
			VI. Milch — auf 90° im kontinuirlichen Betriebe erhitzt.							
16	284	25.IV.01	je 1 ccm Aufschwemmung von Rahmschicht + Bodensatz in die Bauchhöhle	19.VI.01	—	457	keine Tuberkulose	—	—	—
17	174	„		—	11.VI.01	220	„	† an seröser Peritonitis	—	—
18	266	„		20.VI.01	—	449	„	—	—	—
			VII. Milch — auf 85° im kontinuirlichen Betriebe erhitzt.							
19	260	25.IV.01	je 1 ccm Aufschwemmung von Rahmschicht + Bodensatz in die Bauchhöhle	19.VI.01	—	415	keine Tuberkulose	—	—	—
20	185	„		„	—	330	—	—	—	—
21	148	„		20.VI.01	—	302	—	—	—	—
			VIII. Milch — auf 100° im Dauerbetriebe erhitzt.							
22	298	25.IV.01	je 1 ccm Aufschwemmung von Rahmschicht + Bodensatz in die Bauchhöhle	19.VI.01	—	455	keine Tuberkulose	—	—	—
23	230	„		„	—	349	„	—	—	—
24	345	„		„	—	420	„	—	—	—
			IX. Milch — auf 95° im Dauerbetriebe erhitzt.							
25	268	25.IV.01	je 1 ccm Aufschwemmung von Rahmschicht + Bodensatz in die Bauchhöhle	19.VI.01	—	424	keine Tuberkulose	—	—	—
26	282	„		„	—	420	„	—	—	—
27	311	„		„	—	487	„	—	—	—
			X. Milch — auf 90° im Dauerbetriebe erhitzt.							
28	218	25.IV.01	je 1 ccm Aufschwemmung von Rahmschicht + Bodensatz in die Bauchhöhle	19.VI.01	—	324	keine Tuberkulose	—	—	—
29	322	„		„	—	473	„	—	—	—
30	260	„		20.VI.01	—	392	„	—	—	—
			XI. Milch — auf 85° im Dauerbetriebe erhitzt.							
31	233	25.IV.01	je 1 ccm Aufschwemmung von Rahmschicht + Bodensatz in die Bauchhöhle	19.VI.01	—	371	keine Tuberkulose	—	—	—
32	303	„		„	—	485	„	—	—	—
33	261	„		20.VI.01	—	367	„	—	—	—

Tabelle 32.

Lfde. Nr.	Gewicht g	Infizirt am	Art der Infektion	Getödtet am	Eingegangen am	Gewicht beim Tode g	Ergebniss der Impfung	Bemerkungen	Weitere Kontrollimpfungen	Ergebniss derselben
			I. Mischmilch — auf 100° C. erhitzt. 30 ccm jeder Probe wurden 20 Minuten lang zentrifugirt; der Bodensatz wurde mit 4 ccm Molke aufgeschwemmt und je 1 ccm dieser Aufschwemmung Meerschweinchen in die Bauchhöhle gespritzt.							
			a) Im kontinuirlichen Betriebe nach 4 Minuten entnommen:							
1	151	30. IV. 01	je 1 ccm Bodensatz-	24. VI. 01	—	302	keine Tuberkulose	—	—	—
2	153	„	Aufschwemmung	26. VI. 01	—	280	„	—	—	—
3	166	„	in die Bauchhöhle	„	—	299	„	—	—	—
			b) im Dauerbetriebe nach 1 Minute entnommen:							
4	169	30. IV. 01	je 1 ccm Bodensatz-	24. VI. 01	—	324	keine Tuberkulose	—	—	—
5	199	„	Aufschwemmung	26. VI. 01	—	351	„	—	—	—
6	217	„	in die Bauchhöhle	„	—	360	„	—	—	—
			II. Mischmilch — auf 95° C. erhitzt,							
			a) im kontinuirlichen Betriebe nach 4 Minuten entnommen:							
7	148	30. IV. 01	je 1 ccm Bodensatz-	24. VI. 01	—	148	keine Tuberkulose	—	—	—
8	180	„	Aufschwemmung	26. VI. 01	—	319	„	—	—	—
9	168	„	in die Bauchhöhle	„	—	354	„	—	—	—
			b) im Dauerbetriebe nach 1 Minute entnommen:							
10	333	30. IV. 01	je 1 ccm Bodensatz	24. VI. 01	—	448	keine Tuberkulose	—	—	—
11	246	„	Aufschwemmung	26. VI. 01	—	372	„	—	—	—
12	240	„	in die Bauchhöhle	„	—	301	„	—	—	—
			III. Mischmilch — auf 90° C. erhitzt,							
			a) im kontinuirlichen Betriebe nach 4 Minuten entnommen:							
13	262	30. IV. 01	je 1 ccm Bodensatz-	24. VI. 01	—	355	keine Tuberkulose	—	—	—
14	266	„	Aufschwemmung	26. VI. 01	—	396	„	—	—	—
15	274	„	in die Bauchhöhle	„	—	370	„	—	—	—
			b) im Dauerbetriebe nach 1 Minute entnommen:							
16	176	30. IV. 01	je 1 ccm Bodensatz-	24. VI. 01	—	364	keine Tuberkulose	—	—	—
17	140	„	Aufschwemmung	—	24. V. 01	135	„	† an Darmentzündung	—	—
18	155	„	in die Bauchhöhle	26. VI. 01	—	392	„	—	—	—
			IV. Mischmilch — auf 85° C. erhitzt,							
			a) im kontinuirlichen Betriebe nach 4 Minuten entnommen:							
19	130	30. IV. 01	je 1 ccm Bodensatz-	24. VI. 01	—	324	keine Tuberkulose	—	—	—
20	139	„	Aufschwemmung	26. VI. 01	—	349	„	—	—	—
21	155	„	in die Bauchhöhle	—	19. VI. 01	340	„	† an Peritonitis	—	—
			b) im Dauerbetriebe nach 1 Minute entnommen:							
22	330	30. IV. 01	je 1 ccm Bodensatz-	24. VI. 01	—	451	keine Tuberkulose	—	—	—
23	281	„	Aufschwemmung	26. VI. 01	—	405	„	—	—	—
24	283	„	in die Bauchhöhle	„	—	385	„	—	—	—

Lfde. Nr.	Gewicht g	Infizirt am	Art der Infektion	Getödtet am	Eingegangen am	Gewicht beim Tode g	Ergebniss der Impfung	Bemerkungen	Weitere Kontrollimpfungen	Ergebniss derselben
			V. Mischmilch, roh (Magermilch + tuberkelbazillenhaltige Milch), am Schlusse des Erhitzungsversuches entnommen:							
25	150	30. IV. 01	je 1 ccm Bodensatz Aufschwemmung in die Bauchhöhle	—	10. V. 01	125	keine Tuberkulose	† an Peritonitis u. Pleuritis. Im Exsudat Schweineseuchebakterien ähnliche Stäbchen	—	—
26	164	„		—	2. V. 01	152	„		—	—
27	143	„		26. VI. 01	—	270	Tuberkulose	—	—	—
			VI. Mischmilch, roh (Magermilch + tuberkelbazillenhaltige Milch), zu Beginn des Erhitzungsversuches entnommen:							
28	146	30. IV. 01	je 1 ccm Bodensatz-Aufschwemmung in die Bauchhöhle	—	2. V. 01	135	keine Tuberkulose	Sektionsbefund: sero-fibrinöse Peritonitis u. Pleuritis, im Exsudat zahlreiche Schweineseuchebakterien ähnliche Stäbchen	—	—
29	146	„		—	„	130	„		—	—
30	162	„		—	„	139	„		—	—
			VII. Magermilch (roh), aus der Molkerei zu Mahlow bezogen:							
31	142	30. IV. 01	je 1 ccm Bodensatz-Aufschwemmung in die Bauchhöhle	26. VI. 01	—	305	keine Tuberkulose	—	—	—
32	154	„		—	2. V. 01	153	„	Sektionsbefund wie bei Nr. 28, 29, 30	—	—
33	159	„		26. VI. 01	—	345	„	—	—	—

Ergebnisse der Weinstatistik für 1899.

Von

Dr. G. Sonntag,

technischem Hülfsarbeiter im Kaiserlichen Gesundheitsamte.

Im Folgenden sind die Ergebnisse der amtlichen Weinstatistik für das Jahr 1899 in ähnlicher Weise zusammengestellt, wie dies für die früheren Jahre geschehen ist[1]).

Die Tabellen I—VI enthalten die Maximal-, Minimal- und Durchschnittswerthe für die Weine des Jahrgangs 1899 in den einzelnen Weinbaugebieten. Die Tabelle VII giebt die Zahl der Weine an, welche die in der Bekanntmachung des Bundesraths vom 2. Juli 1901 (R.-G.-Bl. S. 257), betreffend die Ausführung des Gesetzes über den Verkehr mit Wein, weinhaltigen und weinähnlichen Getränken vom 24. Mai 1901 (R.-G.-Bl. S. 175) festgesetzten Grenzwerthe unterschreiten. Die neuen Werthe sind für diese Zusammenstellung herangezogen worden, weil das neue Weingesetz nebst den Ausführungsbestimmungen am 1. Oktober 1901 in Kraft tritt und ein Theil der Weine des Jahrganges 1899 auf Grund desselben eine Beurtheilung finden wird. Werden der Tabelle die Grenzzahlen der Bekanntmachung des Bundesraths vom 29. April 1892 zu Grunde gelegt, so ändert sich die Zusammenstellung in zwei Punkten. Von den 44 Weissweinen aus Unterfranken und Aschaffenburg entsprechen nämlich dann 6 (13,6%) den an den Gehalt an Mineralbestandtheilen zu stellenden Forderungen nicht, während dagegen der einen zu geringen Gehalt an Extrakt abzüglich der nichtflüchtigen Säuren zeigende Rothwein aus Elsass-Lothringen dann noch innerhalb der gesetzlichen Grenzen sich hält.

Wie aus den Tabellen ersichtlich ist, werden die Mindestwerthe für den Gesammtgehalt an Extraktstoffen in keinem Falle, für den nach Abzug der nichtflüchtigen Säuren verbleibenden Extraktrest in 11 Fällen, für den nach Abzug der freien Säuren verbleibenden Extraktrest in 8 Fällen, für den Gehalt an Mineralbestandtheilen in 3 Fällen unterschritten.

Der Gesammtgehalt an Extraktstoffen sinkt nur bis auf 1,790 g in 100 ccm Wein herab bei einem Wein aus dem Breisgau (Tab. III).

Der geringste Gehalt an Extraktrest nach Abzug der nichtflüchtigen Säuren beträgt 0,911 g in 100 ccm bei einem Elsässer Weiss-Wein (Tab. VI).

Der nach Abzug der freien Säuren verbleibende Extraktgehalt ist am geringsten bei einem Elsässer Wein mit 0,871 g in 100 ccm (Tab. VI).

Von sämmtlichen untersuchten Weinen besitzen nur 3 unterfränkische einen geringeren Gehalt an Mineralbestandtheilen als 0,13 g in 100 ccm; der niedrigste Werth ist 0,122 (Tab. II).

Die geringste Menge freier Säure beträgt 0,430 g in 100 ccm bei einem Elsässer Wein (Tab. VI).

Betreffs der Preussischen Weine ist zu bemerken, dass die Mehrzahl derselben hervorragende Gewächse aus bevorzugten Lagen sind.

[1]) Vergl. Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamte Bd. IX, S. 541 ff., Bd. XI, S. 450 ff. Bd. XIII, S. 152 ff. u. S. 307 ff., Bd. XIV, S. 601 ff., Bd. XV, S. 212 ff. u. Bd. XVII, S. 472 ff.

Tabelle I. Preussen.

Jahrgang 1899.

Weinbaugebiet	Extrakt g in 100 ccm			Extraktrest nach Abzug der freien Säuren			Extraktrest nach Abzug der nichtflüchtigen Säuren			Anzahl der Weine
	Maximum	Minimum	Durchschnitt	Maximum	Minimum	Durchschnitt	Maximum	Minimum	Durchschnitt	
Rhein- u. Maingau .	4,08	2,53	3,21	3,06	1,58	2,23	3,10	1,64	2,29	28
Moselthal	3,27	1,96	2,59	2,16	1,34	1,63	2,27	1,38	1,70	8

Weinbaugebiet	Mineralbestandtheile g in 100 ccm			Freie Säure g in 100 ccm			Flüchtige Säuren g in 100 ccm			Anzahl der Weine
	Maximum	Minimum	Durchschnitt	Maximum	Minimum	Durchschnitt	Maximum	Minimum	Durchschnitt	
Rhein- u. Maingau .	0,336	0,190	0,249[1])	1,40	0,69	0,98	0,074	0,026	0,050	29
Moselthal	0,287	0,160	0,206	1,38	0,58	0,96	0,088	0,030	0,056	8

Weinbaugebiet	Nichtflüchtige Säuren g in 100 ccm			Glycerin g in 100 ccm			Gesammt-Weinsäure g in 100 ccm			Phosphorsäure (P_2O_5) g in 100 ccm			Anzahl der Weine
	Maximum	Minimum	Durchschnitt	Maximum	Minimum	Durchschnitt	Maximum	Minimum	Durchschnitt	Maximum	Minimum	Durchschnitt	
Rhein- u. Maingau .	1,33	0,61	0,92	1,23	0,51	0,92[2])	0,368	0,101	0,190[3])	0,095	0,029	0,054[1])	29
Moselthal . . .	1,27	0,52	0,89	0,76	0,43	0,61	0,315	0,165	0,255	0,063	0,026	0,046	8

[1]) Mittel aus 28 Bestimmungen.
[2]) „ „ 28 „
[3]) „ „ 27 „

Tabelle II. Bayern.

Weissweine. Jahrgang 1899.

Weinbaugebiet	Extrakt g in 100 ccm			Extraktrest nach Abzug der nichtflüchtigen Säuren			Extraktrest nach Abzug der freien Säuren			Anzahl der Weine
	Maximum	Minimum	Durchschnitt	Maximum	Minimum	Durchschnitt	Maximum	Minimum	Durchschnitt	
Pfalz	3,02	2,01	2,553	2,452	1,336	1,850[1])	2,40	1,27	1,80	26
Unterfranken und Aschaffenburg .	2,864	1,796	2,335	2,204	0,940	1,401	2,144	0,886	1,357	44

Weinbaugebiet	Mineralbestandtheile g in 100 ccm			Glycerin g in 100 ccm			Auf 100 Theile Alkohol kommen Theile Glycerin			Anzahl der Weine
	Maximum	Minimum	Durchschnitt	Maximum	Minimum	Durchschnitt	Maximum	Minimum	Durchschnitt	
Pfalz	0,343	0,156	0,239	0,86	0,38	0,620[2])	9,30	5,50	7,40[2])	26
Unterfranken und Aschaffenburg .	0,232	0,122	0,175	0,863	0,364	0,598	11,10	5,30	8,63	44

[1]) Mittel aus 25 Bestimmungen. [2]) Mittel aus 23 Bestimmungen.

Zu Tabelle II. Bayern.

Weinbaugebiet	Phosphorsäure (P_2O_5) g in 100 ccm			Freie Säuren g in 100 ccm			Flüchtige Säuren g in 100 ccm			Anzahl der Weine
	Maximum	Minimum	Durchschnitt	Maximum	Minimum	Durchschnitt	Maximum	Minimum	Durchschnitt	
Pfalz	—	—	—	1,150	0,506	0,757	0,104	0,036	0,056 [1]	26
Unterfranken und Aschaffenburg .	0,051	0,010	0,026	1,272	0,504	0,978	—	—	—	44

Weinbaugebiet	Nichtflüchtige Säuren g in 100 ccm			Gesammt-Weinsäure g in 100 ccm			Alkalinität der Asche in ccm Norm.-Alkali für 100 ccm			Anzahl der Weine
	Maximum	Minimum	Durchschnitt	Maximum	Minimum	Durchschnitt	Maximum	Minimum	Durchschnitt	
Pfalz	1,096	0,447	0,696 [1]	0,540	0,080	0,183	3,10	1,40	2,20	26
Unterfranken und Aschaffenburg .	1,239	0,444	0,934	0,454	0,151	0,280	2,36	1,08	1,60	44

[1]) Mittel aus 25 Bestimmungen.

Aeltere Jahrgänge: 1895, 1896.

Weinbaugebiet	Extrakt g in 100 ccm			Extraktrest nach Abzug der nichtflüchtigen Säuren			Extraktrest nach Abzug der freien Säuren			Anzahl der Weine
	Maximum	Minimum	Durchschnitt	Maximum	Minimum	Durchschnitt	Maximum	Minimum	Durchschnitt	
Unterfranken und Aschaffenburg .	2,446	2,140	2,284	1,852	1,674	1,753	1,756	1,610	1,681	5

Weinbaugebiet	Mineralbestandtheile g in 100 ccm			Glycerin g in 100 ccm			Auf 100 Theile Alkohol kommen Theile Glycerin			Anzahl der Weine
	Maximum	Minimum	Durchschnitt	Maximum	Minimum	Durchschnitt	Maximum	Minimum	Durchschnitt	
Unterfranken und Aschaffenburg .	0,250	0,206	0,224	0,857	0,527	0,686	10,0	9,0	9,3	5

Weinbaugebiet	Phosphorsäure (P_2O_5) g in 100 ccm			Freie Säuren g in 100 ccm			Flüchtige Säuren g in 100 ccm			Nichtflüchtige Säuren g in 100 ccm			Anzahl der Weine
	Maximum	Minimum	Durchschnitt	Maximum	Minimum	Durchschnitt	Maximum	Minimum	Durchschnitt	Maximum	Minimum	Durchschnitt	
Unterfranken u. Aschaffenburg	0,044	0,026	0,038	0,756	0,432	0,604	0,076	0,041	0,057	0,704	0,354	0,532	5

Zu Tabelle II. Bayern.

Weinbaugebiet	Gesammt-Weinsäure g in 100 ccm			Alkalinität der Asche in ccm Norm-Alkali für 100 ccm			Schwefelsäure (SO_3) g in 100 ccm			Schweflige Säure (SO_2) g in 100 ccm			Anzahl der Weine
	Maximum	Minimum	Durchschnitt	Maximum	Minimum	Durchschnitt	Maximum	Minimum	Durchschnitt	Maximum	Minimum	Durchschnitt	
Unterfranken u. Aschaffenburg	0,217	0,139	0,173	1,44	0,92	1,22	0,0557	0,0315	0,0417	0,0197	0,0095	0,0140	5

Tabelle III. Baden.

Jahrgang 1899.

Weinbaugebiet	Extrakt g in 100 ccm			Extraktrest nach Abzug der nichtflüchtigen Säuren			Extraktrest nach Abzug der freien Säuren			Mineralbestandtheile g in 100 ccm			Anzahl der Weine
	Maximum	Minimum	Durchschnitt	Maximum	Minimum	Durchschnitt	Maximum	Minimum	Durchschnitt	Maximum	Minimum	Durchschnitt	
See-Bezirk . .	2,910	2,154	2,539	2,074	0,995	1,520	2,026	0,960	1,470	0,270	0,208	0,242	10[1])
Markgräflerland	2,286	1,868	2,001	1,542	0,963	1,133	1,482	0,903	1,282	0,251	0,179	0,208	8
Breisgau . . .	2,646	1,790	2,330	2,006	1,135	1,685	1,966	1,075	1,636	0,300	0,177	0,237	11[2])
Kaiserstuhl . .	2,595	1,870	2,202	1,720	1,229	1,453	1,680	1,185	1,407	0,257	0,163	0,208	9[2])
Ortenau . . .	2,586	1,943	2,320	1,802	1,336	1,555	1,762	1,296	1,510	0,304	0,212	0,251	11
Mittel-Baden .	2,717	2,349	2,479	1,852	1,284	1,488	1,812	1,264	1,454	0,310	0,220	0,251	3[2])
Bergstrasse . .	2,250	2,199	2,225	1,344	1,252	1.298	1,294	1,180	1,237	0,291	0,184	0,238	2
Mosbach . . .	2,455	2,229	2,342	1,770	1,729	1,750	1,720	1,679	1,700	0,211	0,208	0,210	2

Weinbaugebiet	Freie Säuren g in 100 ccm			Flüchtige Säuren g in 100 ccm			Nichtflüchtige Säuren g in 100 ccm			Gesammtweinsäure g in 100 ccm			Anzahl der Weine
	Maximum	Minimum	Durchschnitt	Maximum	Minimum	Durchschnitt	Maximum	Minimum	Durchschnitt	Maximum	Minimum	Durchschnitt	
See-Bezirk . .	1,220	0,865	1,069	0,0450	0,0256	0,0323	1,185	0,817	1,019	0,366	0,217	0,271	10[1])
Markgräflerland	1,115	0,450	0,719	0,0544	0,0224	0,0406	1,055	0,390	0,668	0,335	0,159	0,222	8
Breisgau . . .	0,975	0,470	0,694	0,048	0,032	0,039	0,927	0,429	0,645	0,263	0,135	0,196	11[2])
Kaiserstuhl . .	1,030	0,600	0,796	0,051	0,032	0,039	0,996	0,536	0,750	0,307	0,179	0,236	9[2])
Ortenau . . .	1,280	0,515	0,810	0,048	0,029	0,036	1,232	0,475	0,764	0,322	0,147	0,203	11
Mittel-Baden .	1,085	0,905	1,025	0,035	0,016	0,028	1,065	0,865	0,990	0,315	0,275	0,289	3[2])
Bergstrasse .	1,070	0,905	0,988	0,058	0,048	0,031	0,998	0,855	0,927	0,347	0,266	0,306	2
Mosbach . . .	0,735	0,550	0,643	0,040	0,040	0,040	0,685	0,500	0,593	0,207	0,203	0,205	2

[1]) Darunter 3 Rothweine.

[2]) „ 1 Rothwein.

Tabelle IV. Württemberg.

Weine älterer Jahrgänge (1896—1898).

Extrakt g in 100 ccm			Extraktrest nach Abzug der freien Säure			Extraktrest nach Abzug der nichtflüchtigen Säuren			Mineralbestandtheile g in 100 ccm			Anzahl der Weine
Maximum	Minimum	Durchschnitt	Maximum	Minimum	Durchschnitt	Maximum	Minimum	Durchschnitt	Maximum	Minimum	Durchschnitt	
2,506	2,039	2,292	1,789	1,307	1,598	1,884	1,358	1,666	0,266	0,208	0,238	9

Freie Säure g in 100 ccm			Flüchtige Säure g in 100 ccm			Nichtflüchtige Säure g in 100 ccm			Gesammt-Weinsteinsäure g in 100 ccm			Anzahl der Weine
Maximum	Minimum	Durchschnitt	Maximum	Minimum	Durchschnitt	Maximum	Minimum	Durchschnitt	Maximum	Minimum	Durchschnitt	
0,863	0,593	0,694	0,076	0,037	0,055	0,787	0,527	0,626	0,274	0,171	0,220	9

Schwefelsäure (SO_3) g in 100 ccm			Phosphorsäure (P_2O_5) g in 100 ccm			Glycerin g in 100 ccm			Auf 100 Theile Alkohol kommen Theile Glycerin			Anzahl der Weine
Maximum	Minimum	Durchschnitt	Maximum	Minimum	Durchschnitt	Maximum	Minimum	Durchschnitt	Maximum	Minimum	Durchschnitt	
0,0754	0,0258	0,0470	0,0422	0,0248	0,0327	0,731	0,464	0,619	10,2	7,3	8,9	9

Tabelle V. Hessen.

Jahrgang 1899.

Weinbaugebiet	Extrakt g in 100 ccm			Extraktrest nach Abzug der nichtflüchtigen Säuren			Extraktrest nach Abzug der freien Säuren			Mineralbestandtheile g in 100 ccm			Anzahl der Weine
	Maximum	Minimum	Durchschnitt	Maximum	Minimum	Durchschnitt	Maximum	Minimum	Durchschnitt	Maximum	Minimum	Durchschnitt	
Rheinhessen . . .	2,609	2,040	2,306	2,169	1,352	1,687	2,15	1,31	1,63	0,286	0,174	0,219	21

Weinbaugebiet	Glycerin g in 100 ccm			Auf 100 Theile Alkohol kommen Theile Glycerin			Freie Säuren g in 100 ccm			Flüchtige Säuren g in 100 ccm			Anzahl der Weine
	Maximum	Minimum	Durchschnitt	Maximum	Minimum	Durchschnitt	Maximum	Minimum	Durchschnitt	Maximum	Minimum	Durchschnitt	
Rheinhessen . . .	0,716	0,294	0,526 [1]	10,49	4,73	7,22 [1]	1,110	0,480	0,683	0,068	0,028	0,043	21

Weinbaugebiet	Nichtflüchtige Säuren g in 100 ccm			Gesammtweinsäure g in 100 ccm			Alkalinität d. Asche in ccm Norm.-Alkali für 100 ccm			Anzahl der Weine
	Maximum	Minimum	Durchschnitt	Maximum	Minimum	Durchschnitt	Maximum	Minimum	Durchschnitt	
Rheinhessen	1,072	0,426	0,618	0,315	0,120	0,196	3,1	1,9	2,46	21

[1]) Mittel aus 20 Bestimmungen.

Tabelle VI. Elsass-Lothringen.

Jahrgang 1898.

Weissweine.

Extrakt g in 100 ccm			Extraktrest nach Abzug der freien Säure			Extraktrest nach Abzug der nichtflüchtigen Säuren			Mineralbestandtheile g in 100 ccm			Anzahl der Weine
Maximum	Minimum	Durchschnitt	Maximum	Minimum	Durchschnitt	Maximum	Minimum	Durchschnitt	Maximum	Minimum	Durchschnitt	
2,128	1,532	1,864	1,648	1,080	1,312	1,713	1,165	1,382	0,327	0,180	0,216	24

Freie Säure g in 100 ccm			Flüchtige Säuren g in 100 ccm			Nichtflüchtige Säuren g in 100 ccm			Anzahl der Weine
Maximum	Minimum	Durchschnitt	Maximum	Minimum	Durchschnitt	Maximum	Minimum	Durchschnitt	
0,72	0,40	0,55	0,076	0,036	0,057	0,655	0,325	0,481	24

Jahrgang 1899.

a) Weissweine.

Extrakt g in 100 ccm			Extraktrest nach Abzug der freien Säure			Extraktrest nach Abzug der nichtflüchtigen Säuren			Mineralbestandtheile g in 100 ccm			Anzahl der Weine
Maximum	Minimum	Durchschnitt	Maximum	Minimum	Durchschnitt	Maximum	Minimum	Durchschnitt	Maximum	Minimum	Durchschnitt	
2,632	1,836	2,078	2,072	0,871	1,398	2,152	0,911	1,448[1]	0,329	0,158	0,215	27

Freie Säure g in 100 ccm			Flüchtige Säuren g in 100 ccm			Nichtflüchtige Säuren g in 100 ccm			Anzahl der Weine
Maximum	Minimum	Durchschnitt	Maximum	Minimum	Durchschnitt	Maximum	Minimum	Durchschnitt	
1,365	0,430	0,678	0,112	0,020	0,047[1]	1,325	0,385	0,628[1]	27

[1]) Mittel aus 26 Bestimmungen.

b) Rothweine.

Extrakt g in 100 ccm			Extraktrest nach Abzug der freien Säure			Extraktrest nach Abzug der nichtflüchtigen Säuren			Mineralbestandtheile g in 100 ccm			Anzahl der Weine
Maximum	Minimum	Durchschnitt	Maximum	Minimum	Durchschnitt	Maximum	Minimum	Durchschnitt	Maximum	Minimum	Durchschnitt	
2,838	2,024	2,509	2,288	1,258	1,804	2,363	1,273	1,851	0,273	0,222	0,256	6

Freie Säure g in 100 ccm			Flüchtige Säuren g in 100 ccm			Nichtflüchtige Säuren g in 100 ccm			Anzahl der Weine
Maximum	Minimum	Durchschnitt	Maximum	Minimum	Durchschnitt	Maximum	Minimum	Durchschnitt	
0,99	0,51	0,704	0,060	0,012	0,037	0,955	0,445	0,658	6

Tabelle VII.

Weinbaugebiet	Gesammtzahl der untersuchten Weine	Zahl der Weissweine mit weniger als 1,6 g, der Rothweine mit weniger als 1,7 g Extrakt in 100 ccm Wein	Zahl der Weissweine mit weniger als 1,1 g, der Rothweine mit weniger als 1,3 g Extraktrest in 100 ccm Wein nach Abzug der nichtflüchtigen Säuren	Zahl der Weissweine mit weniger als 1,1 g, der Rothweine mit weniger als 1,3 g Extraktrest in 100 ccm Wein nach Abzug der nichtflüchtigen Säuren in Prozenten der Gesammtzahl	Zahl der Weissweine mit weniger als 1 g, der Rothweine mit weniger als 1,2 g Extraktrest in 100 ccm Wein nach Abzug der freien Säuren	Zahl der Weissweine mit weniger als 1 g, der Rothweine mit weniger als 1,2 g Extraktrest in 100 ccm Wein nach Abzug der freien Säuren in Prozenten der Gesammtzahl	Zahl der Weissweine mit weniger als 0,13 g, der Rothweine mit weniger als 0,16 g Mineralbestandtheilen in 100 ccm Wein	Zahl der Weissweine mit weniger als 0,13 g, der Rothweine mit weniger als 0,16 g Mineralbestandtheilen in 100 ccm Wein in Prozenten der Gesammtzahl
Preussen.								
Main- und Rheingau	28	0	0	0	0	0	0	0
Flussgebiet der Mosel	8	0	0	0	0	0	0	0
Bayern.								
Pfalz	26	0	0	0	0	0	0	0
Unterfranken u. Aschaffenburg	44	0	5	11,4	4	9,1	3	6,8
Baden.								
Ortenau	11	0	0	0	0	0	0	0
Breisgau und Kaiserstuhl .	20	0	0	0	0	0	0	0
Markgräflerland	8	0	1	12,5	1	12,5	0	0
Seebezirk	10	0	2	20	1	10	0	0
Mosbach	2	0	0	0	0	0	0	0
Mittelbaden	3	0	0	0	0	0	0	0
Hessen.								
Rheinhessen	21	0	0	0	0	0	0	0
Elsass-Lothringen.								
Weisswein	27	0	2[1])	7,4	2	7,4	0	0
Rothwein	6	0	1	16,7	0	0	0	0

[1]) Unter 26 Weinen.

Ueber die desinfizirende Wirkung der Alkoholdämpfe.

Von

Stabsarzt **Dr. Seige,**

kommandirt zum Kaiserlichen Gesundheitsamte.

Ueber das Verhalten des absoluten oder mit Wasser verdünnten Alkohols gegenüber den vegetativen Keimformen sind seit einer Reihe von Jahren zahlreiche Untersuchungen angestellt worden, besonders seitdem der Alkohol als geeignet für die Händedesinfektion empfohlen wurde. Im Allgemeinen geht aus diesen Versuchen hervor, dass dem Alkohol eine keimtödtende Wirkung zukommt und zwar dem bis zu einem gewissen Grade mit Wasser verdünnten Alkohol in höherem Maasse als dem absoluten. Gegenüber den Dauerformen der Bakterien erwies sich jedoch der Alkohol als unwirksam, wie bereits Robert Koch[1]) an Milzbrandsporen nachgewiesen hat.

In neuerer Zeit ist nun die Wirkung der Alkoholdämpfe von von Brunn[2]) und von Frank[3]) untersucht und festgestellt worden, dass die Dämpfe aus Alkohol von bestimmtem Prozentgehalt sehr wohl im Stande sind, auch Dauerformen abzutödten.

Im Besondern kommt Frank auf Grund seiner Versuche zu folgendem Schluss: Die durch Erhitzung von 40%-igem Alkohol bis auf 90° entwickelten Dämpfe, welche 90% Alkohol und 12% Wasser enthalten, vernichten Milzbrandsporen von grosser Widerstandsfähigkeit, die in Filtrierpapier eingehüllt sind, innerhalb 5′. Weniger wirksam erwiesen sich die aus 50-, 60-, 70- und 80%-igem Alkohol entwickelten Dämpfe, völlig unwirksam waren diejenigen aus 90-, 96- und 99%-igem und weniger als 40%-igem Alkohol.

Frank erklärt sein Versuchs-Ergebniss damit, dass der absolute Alkohol die Hülle der Sporen zusammenschrumpfen lasse und somit in das Innere nicht eindringen könne; bei dem Einwirken verdünnter Alkohole dagegen erweiche der mitgerissene Wasserdampf die Hülle und ermögliche damit den Zutritt des keimtödtenden Alkohols.

---

[1]) Koch, über Desinfektion. Mittheilungen aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamt 1881.

[2]) von Brunn, Alkoholdämpfe als Desinfektionsmittel. Zentr.-Blatt f. Bakteriologie 1900. Bd. XXVIII, No. 10/11.

[3]) Frank, über Desinfektionswirkung des Alkohols, insbesondere der Alkoholdämpfe. Münch. mediz. Wochenschr. 1901 No. 4.

Er empfiehlt auf Grund seiner Versuche die Alkoholdämpfe zur Desinfektion der Thierhaare, welche u. A. in der Pinselindustrie Anwendung finden und, wie bekannt, Träger von Milzbrandsporen sein können. Alkoholdämpfe eigneten sich für diesen Zweck ganz besonders, da sie die Borsten in keiner Weise schädigten. In welcher Weise Frank festgestellt hat, dass jede Schädigung der Borsten durch den Alkohol ausbleibt, ist nicht gesagt.

von Brunn benutzte zu seinen Versuchen eine Kupferflasche von 900 ccm Fassungsvermögen, in deren Hals ein Quercylinder befestigt wurde, wie er bei dem Ohlmüller'schen Sporen-Prüfungs-Apparat in Gebrauch ist. An das verjüngte Ende dieses Cylinders war ein Liebig'scher Kühler angeschlossen, der zur Kondensation der Dämpfe diente und das Auffangen des Destillats ermöglichte. Das andere Ende war durch einen Korken verschlossen; dieser trug ausser einem Thermometer an einem Stabe ein Drahtnetz zur Aufnahme der Sporenfäden, welches direkt über die Oeffnung der Flasche zu liegen kam. Die Herstellung der Testobjekte geschah in der Weise, dass der Kulturrasen einer 5 Tage alten Milzbrandkultur mit sterilem destillirtem Wasser verrieben wurde; mit dieser Masse wurden 1 cm lange, trocken sterilisirte Seidenfäden getränkt und dann mittelst Wasserluftpumpe und Exsiccator getrocknet.

Zum Zwecke des Versuchs wurden 500 ccm des zu prüfenden Alkohols in die Flasche gebracht und durch eine Gasflamme zum Sieden erhitzt. Nachdem 10′ lang das Destillat gleichmässig aus dem Kühler getropft, und die Temperatur der Dämpfe in dieser Zeit die gleiche geblieben war, wurden die Fäden auf das Drahtnetz gebracht und der Korken schnell wieder eingeführt. Nach verschiedenen Zeiträumen wurden die Fäden in Bouillon übertragen und 5—9 Tage im Brutschrank bei 37° gehalten. Die Entwickelung der Sporen erfolgte gewöhnlich in den ersten 24 Stunden, nur ausnahmsweise später.

Die Ergebnisse der Versuche sind folgende:

Die angewandten Sporen wurden abgetödtet in strömendem Wasserdampf von 99° zwischen 3′ und 4′,
in Dämpfen aus Alkohol von 29% „ 15′ und 18′,
„ „ „ „ „ 48,5% „ 9′ und 12′,
„ „ „ „ „ 93,8% noch nicht nach 24′.

Weitere Versuche von Brunns sind in folgender Tabelle zusammengestellt.

Verwendeter Alkohol	Destillat	Rückstand	Temperatur	Abtödtung zwischen
0% (Wasserdampf)			99°	2′ und 3′
10%	65%	1,5%	85,4—95,7°	25′ „ 30′
24%	78%	14%	80,5—81,3°	15′ „ 18′
51%	83%	41,5%	79,2—79,6°	6′ „ 9′
74,8%	84,6%	48,5%	78,6—79,2°	unter 5′
93,4%	92,4%	92,2%	77,5°	noch nicht nach 60′

Aus diesem Versuchs-Ergebniss folgert von Brunn, dass die keimtödtende Kraft der Dämpfe aus 10%-igem Alkohol sehr geringwerthig ist, dass sie mit der Konzentration des Alkohols allmählich zunimmt, bei 75% ihren Höhepunkt erreicht, um nachher wieder abzusinken. Auch er nimmt an, dass das Wasser durch Aufquellung der Sporenmembran den Eintritt des keimtödtenden Alkohols ermöglicht. Er stützt seine Annahme durch die von ihm gemachte Beobachtung, dass im Allgemeinen eine intensivere Wirkung hervortrat, wenn längere Zeit in dem Raume, in welchem die Testobjekte aufbewahrt wurden, ein Dampftopf in Thätigkeit gewesen war, und die Seidenfäden dadurch Wasser angezogen hatten. Ausserdem machte er zur Aufklärung dieses Umstandes folgenden Parallelversuch: er setzte Milzbrandsporen denselben Dämpfen eines 49%-igen Alkohols aus, nachdem er einen Theil der Fäden für 48 Stunden in die feuchte Kammer, den anderen ebensolange nochmals in den Exsiccator gebracht hatte; die ersteren gaben noch nach 12′ das letzte positive Resultat, die letzteren noch nach mehr als 40′.

Bei der geschilderten Versuchs-Anordnung kann es vorkommen, dass aus dem Gemisch der Alkohol zuerst in grösserer Menge überdestillirt, als später, und dass also der Alkoholgehalt der Dämpfe mit der Dauer des Versuchs abnimmt. Somit sind unter Umständen die Sporen, die zuerst in den Apparat gebracht werden, Alkoholdämpfen von höherem Prozentgehalt ausgesetzt, als diejenigen am Schlusse des Versuchs. Wie aus der obigen Tabelle hervorgeht, sank z. B. der Gehalt der Flüssigkeit an Alkohol bei Benutzung von 10%-igem Alkohol während des Versuchs von 10% bis 1,5%. Natürlich muss in dieser Zeit auch der Gehalt der Dämpfe an Alkohol erheblich zurückgegangen, und ihr Gehalt an Wasser dem entsprechend gestiegen sein. Damit hängt zusammen, dass in diesem Falle die Temperatur der Dämpfe anfangs bedeutend niedriger sein muss, als am Schluss; auch in dieser Hinsicht sind also die zuletzt eingebrachten Sporen anderen Bedingungen ausgesetzt, als die zuerst eingebrachten. Gleichzeitig nimmt, wenn man aus der Menge des übergehenden Destillats schliessen darf, die Menge der entwickelten Dämpfe ab. So destillirten in einem meiner Versuche mit Alkohol von 10% in 10′ vor Beginn des Versuchs 20 ccm von 55,5% über, in den folgenden 50′ 63 ccm — also auf je 10′ berechnet im Mittel 12,6 ccm — von 49% und nach Schluss des Versuchs innerhalb 10′ nur 9 ccm von 29,3%. Bei den Gemischen mit hohem Alkoholgehalt sind die aus den eben genannten Verhältnissen entspringenden Schwankungen nicht so bedeutend. Immerhin schien es wünschenswerth, sie zu beseitigen.

Um den Alkohol auf gleicher Konzentration zu erhalten, wurde die von Brunn'sche Versuchs-Anordnung zunächst in der Weise umgeändert, dass der Liebig'sche Kühler nicht nach unten, sondern nach oben gerichtet war, so dass das im Kühler kondensirte Destillat in den Quercylinder zurücklief und aus diesem in die Flasche zurücktropfte. Um diesen Vorgang, sowie auch die Art des Siedens des Gemisches beobachten zu können, wurde eine Glasflasche statt der Metallflasche gewählt, und diese zunächst auf dem Wasserbad erhitzt.

Die Testobjekte wurden so hergestellt, dass 24-stündige Bouillonkulturen von Milzbrand auf Agar ausgestrichen, und dieser zunächst 3 Tage bei 35° und dann so

lange bei Zimmertemperatur stehen gelassen wurde, bis im mikroskopischen Bilde nur noch Sporen sichtbar waren. Die Imprägnirung geschah in gleicher Weise wie bei von Brunn. Es wurde Gewicht darauf gelegt, dass die Fäden im Exsiccator mit Hülfe der Wasserstrahlpumpe möglichst rasch und intensiv getrocknet, stets im Exsiccator aufbewahrt und erst zum jedesmaligen Gebrauche aus demselben entfernt wurden.

Die auf diese Art angestellten Versuche hatten wenig eindeutige Ergebnisse, obwohl die erhitzte Flüssigkeit, wie Wägungen vor und nach dem Versuch ergaben, nur ein geringes an Alkoholgehalt einbüsste. (Dieser geringe Verlust rührte vermuthlich von dem Entweichen der Dämpfe gelegentlich des Oeffnens des Apparates zum Zwecke der Einführung der Sporenfäden her.) Auch sammelte sich in dem mit dem Korke verschlossenen Theile des Quercylinders viel Kondensflüssigkeit an, welche nicht zurückfloss. Schliesslich liess sich auf dem Wasserbad die Temperatur nicht völlig konstant erhalten.

Aus diesen Gründen wurde zunächst das breite Ende des Quercylinders so weit abgeschnitten, dass der eingeführte Kork dicht an die in die Flasche führende Oeffnung heranreichte, sich also Flüssigkeit im Quercylinder nicht in erheblicher Menge ansammeln konnte. Ferner wurde in dem Verbindungstheil zwischen Quercylinder und Kühler eine Dreiwegröhre eingeschaltet derart, dass die aus dem Quercylinder kommenden Dämpfe durch den einen Schenkel in den Kühler strömten, während die Kondensflüssigkeit in den anderen Schenkel floss und aus diesem durch eine zweite Bohrung des Pfropfens mittelst einer Glasröhre direkt in die Flasche zurückgeleitet wurde. Das freie Ende dieser Glasröhre war bis auf eine kleine Oeffnung ausgezogen, welche, durch den zurückfliessenden Alkohol geschlossen, ein Eindringen der Dämpfe in diese Leitung verhinderte. Endlich wurde eine Glasflasche von 1500 ccm Fassungsvermögen benutzt, welche über der Gasflamme erhitzt wurde, und in die Flüssigkeit zur Erzielung eines gleichmässig ruhigen Siedens Bimsteinstückchen gelegt. Das Kühlwasser wurde erst durch den Kühler geleitet, nachdem aus dem freien Ende desselben Dämpfe entwichen waren, also angenommen werden konnte, dass die Luft aus dem Apparat vertrieben war. Die Testobjekte wurden wie bei von Brunn eingeführt, nachdem das Sieden längere Zeit im Gang war, und das Thermometer nicht mehr stieg. Während des Auflegens der Fäden wurde der Quercylinder durch einen anderen Korken geschlossen; nach Einführung des ursprünglichen erreichte die Temperatur sofort wieder die alte Höhe und blieb von Anfang des Versuchs bis zu Ende desselben constant. Am Schlusse des Versuchs wurde das freie Ende des Kühlers nach unten gerichtet und aus dem eine gewisse Zeit lang abfliessenden Destillat der Alkoholgehalt der entwickelten Dämpfe bestimmt.

Das Ergebniss einer Versuchsreihe ist aus der folgenden Tabelle zu ersehen. Dabei ist zu bemerken, dass die benutzten Seidenfäden gleichen Ursprungs waren, und dass für die ganze Reihe dieselbe Bouillon als Nährboden zur Anwendung kam.

Prozentgehalt der Flüssigkeit an Alkohol	Prozentgehalt der Dämpfe an Alkohol	Menge des Destillats in 10′	Temperatur der Dämpfe	Abtödtung der Sporen erfolgt zwischen
0%	0%	—	99°	2′ und 3′
5 „	46,5 „	10 ccm	92,0°	4′ „ 5′
10 „	66,4 „	15 „	89,0°	4′ „ 5′
20 „	70,8 „	23 „	84,0°	5′ „ 7′
30 „	81,3 „	27 „	82,0°	5′ „ 7′
40 „	84,3 „	29 „	80,75°	7′ „ 10′
50 „	84,5 „	31 „	80,5°	7′ „ 10′
60 „	85,3 „	32 „	80,0°	7′ „ 10′
75 „	87,4 „	36 „	79,75°	7′ „ 10′
80 „	90,0 „	38 „	78,75°	15′ „ 20′
90 „	92,4 „	40 „	78,5°	noch nicht nach 60′
100 „	100 „	50 „	77,5°	

Demnach wirkten Dämpfe mit einem Gehalt an Alkohol von 46% bis 66% am energischsten, solche von 80% bis gegen 90% schon weniger, um dann in einer Konzentration von über 90% so gut wie ganz unwirksam zu werden, oder mit anderen Worten: die Desinfektionswirkung der gasförmigen Alkohol-Wassergemische nahm mit steigendem Alkoholgehalt ab, um sich schliesslich ganz zu verlieren.

Auch für diesen Versuchs-Ausfall könnte die oben erwähnte Erklärung Frank's und von Brunn's für die Wirkungsweise der Dämpfe herangezogen werden, nämlich dass bei den hochwerthigen Gemischen der Alkohol eine Schrumpfung der Sporenhülle bewirkt und deshalb die Abtödtung erschwert, bei den geringwerthigen das Wasser die Hülle erweicht und das Eindringen der Dämpfe erleichtert.

Ferner konnte die Beobachtung gleichfalls gemacht werden, dass Sporen, welche vorher der Einwirkung von Wasser ausgesetzt waren, eher abgetödtet wurden, als solche, die absolut trocken gehalten worden waren. Dagegen machte sich kein Unterschied bemerkbar, wenn man die zu prüfenden Sporen vor dem Versuch eine Zeit lang in Alkohol legte und dann trocknete, während man doch der Theorie nach erwarten sollte, dass die dadurch bewirkte Schrumpfung der Sporenhülle eine erhöhte Widerstandsfähigkeit mit sich brächte.

Die gegebene Erklärung erscheint demnach als nicht völlig ausreichend.

Weiterhin könnte man die Frage aufwerfen, ob nicht schon allein Wasserdämpfe von Temperaturgraden, wie solche aus den siedenden Gemischen mitgerissen werden, die Abtödtung von Milzbrandsporen herbeiführen. Diese Frage erledigt sich in verneinendem Sinne durch Versuche Rubners[1]), der zu dem Ergebniss kam, dass die desinfizirende Wirkung des Wasserdampfes gegenüber Milzbrandsporen, welche bei einer Temperatur desselben von 100° in 1′ abgetödtet wurden, sich bei einer Temperatur des Dampfes von 90° derart vermindert, dass die Sporen erst nach Einwirkung von 12′ absterben, und bei einer solchen von 85° soweit, dass sie noch nicht sicher nach einstündiger Einwirkung vernichtet sind. Dem gegenüber wurden

[1]) Rubner, zur Theorie der Desinfektion. Hygien. Rundschau 1899, S. 321.

nach obiger Tabelle durch Dämpfe von 84°, welche aus 20%-igem Alkohol entwickelt werden, Milzbrandsporen in 5′ bis 7′ abgetödtet, ein Ergebniss, dass demnach auf den Alkoholgehalt der Dämpfe zurückzuführen ist.

Es war nun interessant zu erfahren, ob diese sporentödtende Wirkung dem Alkohol nur in Dampfform oder auch als Flüssigkeit bei gleicher Temperatur zukommt. Ein Versuch, dies dadurch festzustellen, dass die Sporenfäden einfach in den siedenden Alkohol hineingelegt wurden, misslang, indem sich ganz ungleichmässige Resultate ergaben; wahrscheinlich wurden die Sporen durch die lebhafte Bewegung der siedenden Flüssigkeit zum Theil abgespült. Es wurde deshalb nach längerem Probiren folgende Versuchsanordnung gewählt. Reagensgläser wurden mit Alkohol von bestimmter Konzentration gleichmässig gefüllt und, nachdem Bimsteinstückchen hineingelegt waren, mit durchbohrten Gummipfropfen geschlossen. Durch die Durchbohrung wurden lange dünne Glasröhren, in denen der Alkohol sich kondensiren und zurückfliessen konnte, geführt, und die zum Versuche nöthige Anzahl Röhren im Wasserbad erhitzt, bis der Inhalt siedete. Die Temperatur wurde bestimmt in einem besonderen Reagensglas, durch dessen doppelt durchbohrten Korken ausser der Glasröhre ein Thermometer geführt war. Die Sporen wurden sodann nicht direkt in die siedende Flüssigkeit, sondern zunächst in leinene Säckchen gelegt und diese in die Flüssigkeit gebracht. Bei der Herausnahme wurden die Säckchen gründlich ausgedrückt, auf einige Stunden in Bouillon gebracht, um den Alkohol möglichst auszuwaschen, und dann erst die Fäden aus den Säckchen herausgenommen, um in Bouillon übertragen zu werden.

Freilich lässt sich auch auf diese Weise eine vorzeitige Abspülung der Sporen wohl kaum mit absoluter Sicherheit vermeiden; immerhin werden aber die in Säckchen eingehüllten Fäden nicht so lebhaft in der siedenden Flüssigkeit umhergeschleudert.

Das Ergebniss wird veranschaulicht durch die folgende Tabelle. Es wurden dieselben Fäden und dieselbe Bouillon wie in der oben erwähnten Versuchsreihe benutzt.

Prozentgehalt der Flüssigkeit an Alkohol	Temperatur der Flüssigkeit	Abtödtung zwischen
0%	100°	2′ und 3′
5 „	94,5°	2′ „ 3′
10 „	93°	4′ „ 5′
20 „	88°	4′ „ 5′
30 „	85,5°	7′ „ 10′
40 „	84,0°	7′ „ 10′
50 „	83,0°	7′ „ 10′
75 „	80,0°	7′ „ 10′
90 „	79,0°	noch nicht nach 30′
100 „	78,5°	noch nicht nach 30′

Also auch hier eine stetige Abnahme der baktericiden Kraft mit Zunahme des Alkoholgehalts. Aus dem Vergleich der beiden Tabellen geht hervor, dass Alkohol in Dampfform etwas energischer wirkt: Dämpfe von 46% Gehalt, aus Alkohol von

5 % entwickelt, tödteten die Sporen in 4′—5′, die siedende Flüssigkeit von 40 % bis 50 % Gehalt an Alkohol in 7′—10′; analog verhält es sich mit den Dämpfen aus 20—30 %-igem Alkohol — gleich einem Alkohol von 70—80 % — und dem siedenden Alkohol von 75 %. Ferner zeigt der Versuch, dass die desinfizirende Wirkung sich bis auf siedende Gemische von geringer Konzentration und zwar in erhöhtem Maasse erstreckt.

Um festzustellen, welcher Antheil von der Wirkung einerseits dem Wassergehalt und andererseits der Temperatur zukommt, wurde eine Reihe von Parallelversuchen in gleicher Versuchsanordnung angestellt. Brachte man Sporen in Wasser, das auf 93° erhitzt war, so zeigt sich, dass sie erst in 7′—10′ abgetödtet wurden, während das Alkoholgemisch von 10 % bei gleicher Temperatur dies bereits in 4′ bis 5′ bewerkstelligt hatte. Die Beschleunigung der Wirkung ist also dem Alkoholgehalt der Flüssigkeit zuzuschreiben.

Der Einfluss der Temperatur erhellt aus Folgendem: in 10 %-igem Alkohol wurden bestimmte Milzbrandsporen bei einer Temperatur von 93° (dem Siedepunkt) in 5′—7′ abgetödtet, bei 85,5° noch nicht in 20′, während bei 90° die Wirkung eine unsichere blieb, so dass die Sporen theils nach 10′ vernichtet wurden, theils nach 20′ noch lebensfähig waren. Brachte man verschiedene Gemische auf gleiche Temperatur, so ergab sich, dass dasjenige am wirksamsten war, dessen Siedepunkt erreicht wurde. Bei einer Temperatur von 81° wurden nämlich die Sporen durch 80 %-igen Alkohol in 15′—20′ abgetödtet, während Alkohol von 50 % und von 10 % sich noch nach 20′ als unwirksam zeigte. Bei Zimmertemperatur vermochten sämmtliche Alkoholgemische selbst nach 24-stündiger Einwirkung die Sporen nicht abzutödten. Das siedende Gemisch giebt demnach die besten Resultate.

Zum Vergleich wurde auch die von Brunn'sche Versuchs-Anordnung angewandt. Das Resultat ist in der folgenden Tabelle niedergelegt; der erste Theil derselben — a — giebt eine Versuchsreihe wieder, welche mit Sporen von 2′ Widerstandsfähigkeit gegen strömenden Wasserdampf angestellt ist, während im zweiten Theil — b — solche von 3′ Widerstandsfähigheit benutzt sind.

	Prozentgehalt an Alkohol		Menge des Destillats auf 10′ berechnet	Temperatur	Abtödtung zwischen
	der Flüssigkeit	der Dämpfe im Mittel			
a)	5 %	31 %	11,8 ccm	94—97,5°	3′ und 4′
	10 „	49 „	13,8 „	90—96,2°	5′ „ 7,
	50 „	83,7 „	28,0 „	80,5—83°	7′ „ 10′
	81 „	88,3 „	42,0 „	78,5—79,2°	15′ „ 20′
b)	10 „	49 „	13.8 „	90—96,2°	5′ „ 7′
	40 „	83,2 „	26,6 „	81,2—83,2°	10′ „ 15′
	75 „	86,7 „	34,7 „	79—80°	10′ „ 15′

Hiernach wurde auch auf diesem Wege dasselbe Ergebniss erzielt.

Schwer zu erklären ist, wodurch die Verschiedenheit der Ergebnisse der von Brunn'schen und der vorstehend beschriebenen Versuche zu Stande kommt. Der Unterschied in der Versuchs-Anordnung kann allein nicht verantwortlich gemacht

werden; die Differenzen in den Temperaturen sind ebenfalls nicht so bedeutend, dass in ihnen der Grund zu suchen wäre. Vermuthlich ist jedoch die Art der Aufbewahrung der Sporenfäden von grossem Einfluss. Bei dem oben erwähnten Parallelversuch von Brunn's widerstanden die einen Sporen den Dämpfen eines Alkohols von 51% 6—9′ lang, andere dagegen, die nochmals im Exsiccator gelegen hatten und allerdings auch als äusserst resistent bezeichnet werden, denjenigen eines Alkohols von 49% bis über 40′ hinaus. Die völlige Verdrängung der Luft aus dem Apparat durch den Alkoholdampf schien mir ebenfalls von Wichtigkeit zu sein.

Aus den besprochenen Versuchen geht also hervor, dass die desinfizirende Wirkung der Alkoholdämpfe mit in hohem Maasse von dem Wassergehalt abhängig ist. Jedoch auch im günstigsten Falle erfolgte die Abtödtung der Sporen durch diese Dämpfe nicht so schnell, wie durch strömenden Wasserdampf von 100°.

Schon aus diesem Grunde empfiehlt sich nicht die Anwendung der Alkoholdämpfe statt des Wasserdampfes zu Desinfektionszwecken in Industriezweigen, in denen der Infektion mit Milzbrand verdächtige Thierhaare verarbeitet werden. Da die Desinfektionsdauer bei Benutzung der Alkoholdämpfe ein mehrfaches der jetzt vorgeschriebenen Zeit betragen müsste, so würde ein erheblicher Zeitverlust die Folge sein. Ich sehe dabei unter Anderem ab von den Kosten, welche durch die Benutzung der Alkoholdämpfe entstehen würden, sowie von der mit ihrer Anwendung verbundenen Feuersgefahr.

Da nun ausserdem durch die im Kaiserlichen Gesundheitsamt ausgeführten Arbeiten von Musehold[1]) nachgewiesen ist, dass die Befürchtung, die Dampfdesinfektion könne das Haarmaterial schädigen, nicht gerechtfertigt ist, so liegt kein Grund vor, die Alkoholdämpfe den Wasserdämpfen für den genannten Zweck vorzuziehen.

---

[1]) **Musehold.** Diese Arbeiten Bd. 15 u. 18.

Ueber das Vorkommen des Oleodistearins in dem Fette der Samen von Theobroma-Cacao.

Von

Dr. R. Fritzweiler,

wissenschaftlichem Hülfsarbeiter im Kaiserlichen Gesundheitsamte.

Ueber die Zusammensetzung der im Thier- und Pflanzenreiche vorkommenden Fette herrschten bis zum Anfang des vergangenen Jahrhunderts nur unvollkommene Vorstellungen. Erst Michel Eugène Chevreul war es gelungen, durch bewunderungswürdige Arbeiten die Natur der Fette aufzuklären und festzustellen, dass die Fette im wesentlichen aus neutralen, einfachen Estern der Fettsäuren, den Triglyceriden, Stearin, Palmitin und Oleïn bestehen. Die Arbeiten Chevreuls, die er im Jahre 1823 in seinen „Recherches chimiques sur les corps gras d'origine animale" niedergelegt hat, sind später bestätigt worden, und haben bis in die neueste Zeit Geltung behalten und die Ansichten über die Natur der Fette beherrscht. Die ersten Angaben, welche zu der Anschauung im Gegensatz stehen, dass die natürlichen Fette Gemische der Triglyceride der Fettsäuren sind, macht James Bell in seiner „Analyse und Verfälschung der Nahrungsmittel"[1]). Er spricht die Ansicht aus, dass das Butterfett wahrscheinlich gemischte Ester des Glycerins enthalte. Er erhärtet seine Muthmassung durch die Thatsache, dass er dem Butterfett durch Alkohol etwa 2—3% einer Verbindung hat entziehen können, deren analytische Zahlen nahezu mit der Zusammensetzung des Oleopalmitobutyroglycerides übereinstimmen. Die Mittheilung Bell's ist bestätigt worden durch Versuche, welche A. W. Blyth und G. W. Robertson[2]) veröffentlicht haben. Es gelang ihnen aus der Butter ein krystallinisches Glycerid abzuscheiden, welchem die Formel C_3H_5 $(C_4H_7O_2)$ $(C_{16}H_{31}O_2)$ $(C_{18}H_{33}O_2)$ zuzuschreiben ist. Die Ansicht der beiden Chemiker geht dahin, dass das Butterfett aus zusammengesetzten und nicht aus einfachen Triglyceriden bestehe. Dieselbe Auffassung vertritt H. Allen[3]) in einer Untersuchung „Ueber die Reaktion von Glyceriden mit alkoholischen Alkalien". Erst Heise ist es gelungen, ein gemischtes Glycerid aus natürlichen Fetten zu isoliren und durch die chemische Analyse seine Konstitution einwandsfrei nachzuweisen. Heise hat sowohl in dem sog. Mkányifett[4]), dem Samenfette des

---

[1]) II. Band. Deutsch von P. Rasenack, Berlin 1885

[2]) Chemiker-Zeitung 13, (1889 I) 128.

[3]) The Chemical News 64, (1891 II) 179—182.

[4]) Arb. a. d. Kaiserl. Gesundheitsamte, Band XII, (1896) 540—546.

ostafrikanischen Fettbaumes Stearodendron Stuhlmanni Engl., sowie in dem ebenfalls aus den Samen gewonnenen Fette von Garcinia indica Choisy (sog. Kokumbutter)[1]) eine Verbindung gefunden, welche in der Weise sich aufbaut, dass an einen Glycerinrest ein Oelsäurerest und zwei Stearinsäurereste gebunden sind, und welche danach als Oleodistearin zu bezeichnen ist. Den Befund Heise's hat J. Lewkowitsch[2]) mit Vorsicht aufnehmen zu sollen geglaubt, indem er darauf hinwies, dass es sich bei dem von Heise isolirten Oleodistearin immer noch um eine Mischung von Tristearin und Triolein handeln könne. Lewkowitsch[3]) hat indessen seine Zweifel zurückgenommen, nachdem Rob. Henriques und H. Künne[4]) bei einer erneuten chemischen Untersuchung des Mkányifettes zu denselben Ergebnissen wie Heise gekommen waren und die Kenntniss über das Oleodistearin durch die Feststellung der Eigenschaften seines Chlorjodadditionsproduktes noch erweitert hatten. Neuerdings haben auch D. Holde und M. Stange[5]) Versuche über die Gewinnung eines gemischten Glycerides mitgetheilt, welches im Olivenöl enthalten und mit dem Oleodistearin nicht identisch ist. Die Verfasser haben sich weitere Untersuchungen über denselben Gegenstand vorbehalten. Auch Heise[6]) hatte schon früher Versuche über das Vorkommen gemischter Glyceride in der Kakaobutter und dem Olivenöl in Aussicht gestellt. Er hat aber aus äusseren Gründen nach einigen Vorversuchen die Arbeiten unterbrechen müssen und mir die Fortsetzung der Versuche überlassen. Ich habe mich zunächst mit dem Kakaofett näher befasst.

Ueber die Kakaobutter, welche bei der Herstellung von Chokolade aus den gerösteten, enthülsten und zerkleinerten Kakaobohnen durch Auspressen unter Dampf bei 70—80° gewonnen wird, liegen eine Reihe von älteren Untersuchungen vor.

Nach einem Referat in dem Pharmazeutischen Centralblatte[7]) hat Boutin[8]) in einer vorläufigen Veröffentlichung mitgetheilt, „dass die neutrale krystallinische Substanz, welche sich aus der Kakaobutter durch Behandlung mit Alkohol gewinnen lässt, und aus der sie zum grössten Theil besteht, eine neue sehr bemerkenswerthe fette Säure liefert“. J. Pelouze und F. Boudet[9]) sind auf Grund ihrer „Untersuchungen über die fetten Körper“ zu der Ueberzeugung gekommen, dass die festen Bestandtheile der Oele „wirkliche Verbindungen in bestimmten Verhältnissen von Stearin oder Margarin und Oleïn sind, Verbindungen, die immer bei unveränderlichen, nothwendig aber verschiedenen Temperaturen schmelzen“. Sie geben über 2 Verbindungen, welche sie in dem Kakaofette und in dem festen Antheil des Olivenöles aufgefunden haben, folgende Einzelheiten: „Die erste dieser Verbindungen haben wir in der Kakaobutter gefunden, die fast gänzlich aus einer krystallisirbaren, bei 29°

---

[1]) Arb. a. d. Kaiserl. Gesundheitsamte, Band XIII, (1897) 302—306.
[2]) Jahrbuch der Chemie 6, (1896) 374.
[3]) Jahrbuch der Chemie 9, (1899) 353.
[4]) Berichte d. deutschen chem. Gesellschaft 32, (1899 I) 387—394.
[5]) Berichte d. deutschen chem. Gesellschaft 34, (1901 No. 11) 2402—2408.
[6]) Chemische Revue über die Fett- u. Harzindustrie 6, (1899) 91—93.
[7]) 1834, 605.
[8]) Journal de pharmacie 1834, 322—328.
[9]) Annalen der Pharmacie 29, (1839) 41—48.

schmelzbaren Substanz besteht, in welcher das Stearin mit Oleïn verbunden ist, und welche bei der Verseifung sich in Oleïn- und Stearinsäure umwandelt. Die zweite Verbindung erhielten wir aus dem Olivenöl, dessen fester Antheil bei 20° schmilzt und der als eine Verbindung von Oleïn mit Margarin betrachtet werden muss. Die Existenz dieser Verbindungen ergiebt sich aus der Unveränderlichkeit ihres Schmelzpunktes, aus ihrer Elementarzusammensetzung und aus dem wichtigen Umstande, dass die bei ihrer Verseifung gebildete Säure dieselbe Schmelzbarkeit besitzt, wie ein in denselben Verhältnissen bereitetes künstliches Gemenge von Oleïn- und Margarinsäure oder Stearinsäure, und endlich aus der Unmöglichkeit, durch irgend ein Lösungsmittel etwas heterogenes abzuscheiden".

Die Arbeiten der späteren Forscher sind dadurch gekennzeichnet, dass die Lösung der Frage, welche einzelnen Verbindungen (Glyceride der Fettsäuren) dem Kakaofette zu Grunde liegen, aufgegeben ist zu Gunsten der Untersuchungen über Gewinnung, allgemeine Eigenschaften und Zusammensetzung der Kakaobutter, wobei namentlich auch Rücksicht auf den Nachweis von Verfälschungen genommen wird. Boussingault[1]) giebt in einer Arbeit „Ueber den Kakao" eine Elementaranalyse der Kakaobutter bekannt. Er hatte das Fett durch Kochen der frischen Bohnen mit Wasser erhalten. Nach seiner Ansicht ist die Kakaobutter aus fetten Körpern von verschiedener Schmelzbarkeit zusammengesetzt. Anthon[2]) hat ein Verfahren zur Reindarstellung der Kakaobutter mittelst Aethers angegeben. J. Stenhouse[3]) beschreibt in einer Abhandlung „Untersuchung des Palmöls und der Kakaobutter" den Nachweis von Stearinsäure in der letzteren. Er spricht die Vermuthung aus, dass das Kakaofett neben Stearinsäure und kleinen Mengen von Oelsäure noch Margarinsäure enthält. C. Specht und A. Goessmann[4]) kommen auf Grund ihrer Arbeit „Ueber die Bestandtheile der Kakaobutter" zu dem Schluss, „dass die Kakaobutter aus Stearin, Palmitin und Elaïn besteht". C. T. Kingzett[5]) glaubte in dem Kakaofette zwei neue Fettsäuren gefunden zu haben, deren eine der Laurinsäure isomer sein sollte, und für deren andere er den Namen Theobromasäure vorschlug. Nach seinen Untersuchungen soll das Kakaofett 20% Oelsäure enthalten. Während von der Becke[6]) ohne Erfolg die Theobromasäure zu erhalten versucht hat, ist es M. C. Traub[7]) gelungen, einwandsfrei nachzuweisen, dass die Kingzett'sche Theobromasäure im Kakaoöle nicht vorhanden ist. Er hat festgestellt, dass das Fett von Theobroma Kakao aus den Glycerylestern der Oel-, Laurin-, Palmitin-, Stearin- und Arachinsäure zusammengesetzt ist, wobei die Stearin- und Oelsäure der Menge nach vorherrschen sollen. Mit dem Nachweise von Verfälschungen der Kakaobutter und der Feststellung der Grenzwerthe der einzelnen analytischen Zahlen beschäftigten sich G. A.

[1]) Ref.: Annalen der Pharmacie 21, (1837) 198—201.
[2]) Ebenda 24, (1837) 251—252.
[3]) Annalen der Chemie und Pharmacie 36, (1840) 50—59.
[4]) Ebenda 90, (1854) 126—129.
[5]) The Chemical News 36, (1877) 229.
[6]) Zeitschrift f. analytische Chemie 19, (1880) 296.
[7]) Archiv der Pharmacie [3] 21, (1883) 19—23.

Björklund[1]), Hager[2]), Fr. Rüdorff[3]), E. Heintz[4]), E. Dieterich[5]), K. Dieterich[6]), Paul Graf[7]), Ch. Dubois und L. Padé[8]), Millard[9]), H. Beckurts[10]), F. Filsinger[11]), J. Lewkowitsch[12]), A. Ruffin[13]) und P. Welmans[14]).

Die Jodzahl der Kakaobutter ist besonders oft Gegenstand von Veröffentlichungen und Auseinandersetzungen geworden. Die Arbeiten von Strohl[15]) und von F. Filsinger[16]) sind veranlasst durch die Angaben, welche G. De Negri und G. Fabris[17]) in ihrem Buche „Gli Olii" gemacht hatten. Denselben ursächlichen Zusammenhang haben die Mittheilungen von Holde[18]), K. Dieterich[19]) und schliesslich von F. Filsinger[20]).

Uebersieht man die vorstehend angeführte Litteratur, so ergiebt sich, dass ausser den durch analytische Zahlen nicht genügend erhärteten Vermuthungen, welche Boutin und Pelouze und Boudet ausgesprochen haben, Angaben und Arbeiten über die im Kakaofette enthaltenen Fettsäureester des Glycerins nicht vorhanden sind. Diese Thatsache kann nicht sonderlich Wunder nehmen, wenn man die grossen Schwierigkeiten in Betracht zieht, welche mit derartigen Untersuchungen verknüpft sind.

Zur Gewinnung des Oleodistearins aus der Kokumbutter ist Heise in der Weise verfahren, dass er das Fett in der 8- bis 10fachen Gewichtsmenge Aether löste, die Lösung mit der 12- bis 15fachen Menge Alkohol versetzte und in einem lose bedeckten Becherglase den Aether allmählich entweichen liess.

Nach einigen Tagen erhielt er so in einer Ausbeute von etwa 80 % das Oleodistearin, welches schon nach weiterem zweimaligem Umkrystallisiren einen gleichbleibenden Schmelzpunkt von 44—44,5° aufwies.

Zu den Versuchen mit Kakaobutter verwendete ich drei verschiedene Sorten dieses Fettes, welche den zu stellenden Anforderungen entsprachen. Bei der chemischen Analyse wurden die in der folgenden Zusammenstellung aufgeführten Werthe gefunden:

---

1) Pharmaceutisches Zentralblatt 1864, 1104 und 1865, 734.
2) Ebenda 1865, 1166.
3) Poggendorffs Annalen 145, 279; Ref.: Chemisches Centralblatt 1872, 223.
4) Archiv der Pharmacie [3] 10, (1877) 506—510.
5) Helfenberger Annalen 1886, 33; 1889, 104—105; 1890, 79.
6) Ebenda 1901, 104—111.
7) Archiv der Pharmacie [3] 26, (1888) 830—846.
8) Bulletin de la soc. chim. de Paris 45, (1886) 161—164.
9) Ref.: Chemisches Zentralblatt 58, (1887) 1409.
10) Archiv der Pharmacie 231, (1893) 687—694.
11) Forschungsberichte über Lebensmittel u. ihre Beziehungen z. Hyg. etc. 2, (1895) 421—423. Ferner Zeitschrift f. öffentliche Chemie 3, (1897) 34—36.
12) The Journal of the Society of chemical Industry 18, (1899) 556—559.
13) Annales de Chimie analytique appliquée 4, (1899) 344—345.
14) Zeitschrift f. öffentliche Chemie 6, (1900) 313.
15) Zeitschr. f. analyt. Chemie 35, (1896) 166—169.
16) Ebenda 35, (1896) 517—521.
17) Ebenda 33, (1894) 570.
18) Ebenda 36, (1897) 381.
19) Helfenberger Annalen 1896, 189; ferner Zeitschr. f. öffentliche Chemie 3, (1897) 245.
20) Zeitschr. f. öffentliche Chemie 3, (1897) 212.

	Kakaobutter I	II	III
Schmelzpunkt des Fettes	33,5—34,5	32,5—33,0	33,0—34,0
Köttstorfer'sche Zahl	194,0; 194,0	196,8; 197,1	192,5; 192,6
Säuregrad	2,3; 2,3	1,8; 1,8	1,8; 1,9
v. Hübl'sche Jodzahl	33,7; 33,9	37,8; 38,0	35,3; 35,4
Refraktometerzahl bei 40°	46,6	47,0	46,8

Zunächst wurde das Kakaofett nach dem von Heise für die Kokumbutter erprobten Verfahren umkrystallisirt. Da indessen infolge der erst nach einigen Tagen eintretenden Krystallisation der Fortgang der Untersuchung ein sehr schleppender war, so wurde nach Bedingungen gesucht, unter welchen die Aether-Alkohol-Lösung schon nach Verlauf von 24 Stunden krystallisirte. Dies trat ein, wenn 100 g Kakaobutter in 500 ccm Aether gelöst und mit ebensoviel Alkohol versetzt wurden. Aus der Lösung, welche bei gewöhnlicher Temperatur in einem lose bedeckten Filtrirstutzen sich befand, krystallisirten nach je 24 Stunden 28; 11; 8,5 und 3,5 g in warzenförmigen Krystallen aus.

Bei der weiteren Verarbeitung der so erhaltenen einzelnen Fraktionen zeigte es sich bald, dass es ausserordentlich mühselig ist, auf dem eingeschlagenen Wege schliesslich zu Krystallisationen zu gelangen, die bei fortgesetzten Trennungsversuchen ihre Zusammensetzung nicht mehr ändern. Es würde zu weit führen, zu beschreiben, wie die Trennung im einzelnen durchgeführt wurde. Es sei nur erwähnt, dass aus dem ersten Anschuss von 28 g, der bei 38—41,5° schmolz, nach 4 maligem Umkrystallisiren, wobei sich die Verwendung von Chloroform als sehr vortheilhaft erwies, schliesslich in einer Ausbeute von 0,6% der ursprünglich angewandten Menge Kakaobutter ein Fettkörper erhalten wurde, der bei 63—66° schmolz. Aus der dritten Mutterlauge der genannten ersten Fraktion wurden nach fünfmaligem Umkrystallisiren 0,8% Oleodistearin vom Schmelzpunkte 43—44,5° gewonnen. Auf die Isolirung des Oleodistearins und der hochschmelzenden Fraktion wurde bei den weiteren Trennungsversuchen in erster Linie Werth gelegt, während die anderen Krystallisationen behufs späterer Untersuchung unter geeigneten Verhältnissen aufbewahrt wurden. Ziemlich leicht erhalten wurden die beiden Antheile der Kakaobutter, wenn man in der folgenden Weise verfuhr:

250 g Kakaofett, in 150 ccm Aether und 150 ccm Chloroform gelöst, wurden mit 150 ccm Alkohol versetzt und mit Filtrirpapier überdeckt, in einem Kolben sich selbst überlassen. Der erste Krystallanschuss (3,8 g) schmolz bei 56,5—59,0°. Nach zweimaligem Umkrystallisiren aus Chloroform und Alkohol lag der Schmelzpunkt unverändert bei 65—66,5°. Die Jodzahl wurde zu 3,95 und 3,85 gefunden. Indessen war die Ausbeute an reiner Substanz so gering, dass eine weitere Untersuchung nicht angestellt werden konnte. Der zweite Krystallanschuss (18 g) schmolz bei 36,5—37,7° und lieferte schliesslich fast 5 g eines bei 42,2—42,5° schmelzenden Körpers, der bei weiterem Umkrystallisiren seinen Schmelzpunkt nicht mehr änderte. Nach Herstellung grösserer Mengen dieser Fraktion stieg der Schmelzpunkt noch weiter, um bei 44,5—45° unverändert zu bleiben. Der Fettkörper, der nach dem angegebenen Verfahren in Mengen bis zu 6% aus dem Kakaofette gewonnen werden kann, erwies sich als das zuerst von Heise beschriebene Oleodistearin. Die Verbindung war voll-

kommen neutral, ohne Geruch und hatte den von Heise[1]) eingehend beschriebenen doppelten Schmelzpunkt.

Die Elementaranalyse lieferte folgende Zahlen:

I. 0,2122 g Substanz gaben
0,5974 g Kohlensäure und
0,2274 g Wasser.

II. 0,2321 g Substanz gaben
0,6537 g Kohlensäure und
0,2532 g Wasser.

Daraus berechnet sich:

	I.	II.	Theorie
C =	76,78 %	76,81 %	76,95 %
H =	12,01 %	12,23 %	12,25 %

100 g Substanz addirten 28,79 und 28,96 g Jod (von Hübl'sche Jodzahl). Die Theorie verlangt für Oleodistearin 28,6 g Jod.

1 g Substanz verbrauchte zur Verseifung 189,1 mg Kaliumhydroxyd (Verseifungszahl). Die Theorie verlangt 189,5 mg Kaliumhydroxyd. Aus der gefundenen Verseifungszahl ergiebt sich das Molekulargewicht der Verbindung zu 890,4. Aus der Formel $C_3H_5 \begin{array}{l} = (C_{17}H_{35}COO)_2 \\ - C_{17}H_{33}COO \end{array}$ berechnet sich das Molekulargewicht zu 888,9.

Die Brechung im Zeiss-Wollny'schen Butterrefraktometer betrug 45,6 Skalentheile bei 40°.

Das durch Verseifung mit $^1/_2$-Normal-alkoholischer Kalilauge erhaltene Fettsäuregemisch schmolz bei 59,5—61,5°. Die Jodzahl desselben wurde zu 30,18 und 30,09 ermittelt. Ein Gemisch von 2 Molekülen Stearinsäure und einem Molekül Oelsäure muss nach der theoretischen Berechnung die Jodzahl 29,81 aufweisen.

Die in dem Fettsäuregemisch enthaltenen Säuren wurden nach der von Farnsteiner[2]) angegebenen Arbeitsweise getrennt, wobei noch die Vorsichtsmassregel angewandt wurde, dass alle in der Wärme ausgeführten Operationen unter Ausschluss der Luft (in einer Wasserstoffatmosphäre) vorgenommen wurden. Nach diesem Verfahren wurde das Fettsäuregemisch in Stearinsäure und Oelsäure zerlegt. Die abgeschiedene Stearinsäure hatte den Schmelzpunkt 70°; der von Saytzeff[3]) angegebene Schmelzpunkt von 71—71,5° konnte trotz der Anwendung verschiedener Lösungsmittel nicht erhalten werden. Bei der Titration verbrauchte 1 g der Säure 197,9 mg Kaliumhydroxyd. Reine Stearinsäure verlangt zur Sättigung 197,5 mg Kaliumhydroxyd.

Die mit Hülfe der Bleisalze abgeschiedene flüssige Fettsäure wurde ebenfalls titrirt. 1 g verbrauchte 199,2 mg Kaliumhydroxyd. Nach der Theorie sind für Oelsäure 198,9 mg Kaliumhydroxyd nöthig.

Die Bestimmung der von Hübl'schen Jodzahl hatte folgendes Ergebniss:

---

[1]) Chemische Revue über die Fett- und Harzindustrie 6, (1899) 91—93.

[2]) Zeitschr. f. Untersuchung d. Nahrungs und Genussmittel 1898, 392.

[3]) Benedikt-Ulzer, Analyse der Fette, Berlin 1897, 5. Journal der russischen chemischen Gesellschaft 17, 425.

100 g der Säure addirten 89,56 und 89,60 g Jod. Die Theorie verlangt für Oelsäure 89,86 g Jod. 1 g des dabei erhaltenen Chlorjodadditionsproduktes verbrauchte 123,2 mg Kaliumhydroxyd. Nach der Theorie sind für Chlorjodölsäure 126,3 mg Kaliumhydroxyd nothwendig.

Die Versuche, aus den Mutterlaugen der beiden Säuren andere Verbindungen als Stearinsäure und Oelsäure zu erhalten, waren ohne Erfolg.

Da die für das Glycerid sowohl, wie für die ihm zu Grunde liegenden Säuren angeführten Bestimmungen mit den für das Oleodistearin berechneten Zahlen übereinstimmen, so ist demnach kein Zweifel vorhanden, dass das Kakaofett mindestens zu 6 % aus dem zuerst von Heise gefundenen und von Henriques und Künne weiter untersuchten gemischten Glycerid, dem Oleodistearin, $C_3H_5 \begin{matrix} = (C_{17}H_{35}COO)_2 \\ - C_{17}H_{33}COO \end{matrix}$ besteht.

Die Versuche zur Gewinnung der in der Kakaobutter vorhandenen Fettsäureglyceride werden fortgesetzt und auch auf andere Fette ausgedehnt.

Studien über krankheitserregende Protozoen.

I. *Cyclospora caryolytica* Schaud., der Erreger der perniciösen Enteritis des Maulwurfs.

Von

Fritz Schaudinn

(Rovigno).

(Hierzu Tafel XII und XIII.)

Einleitung.

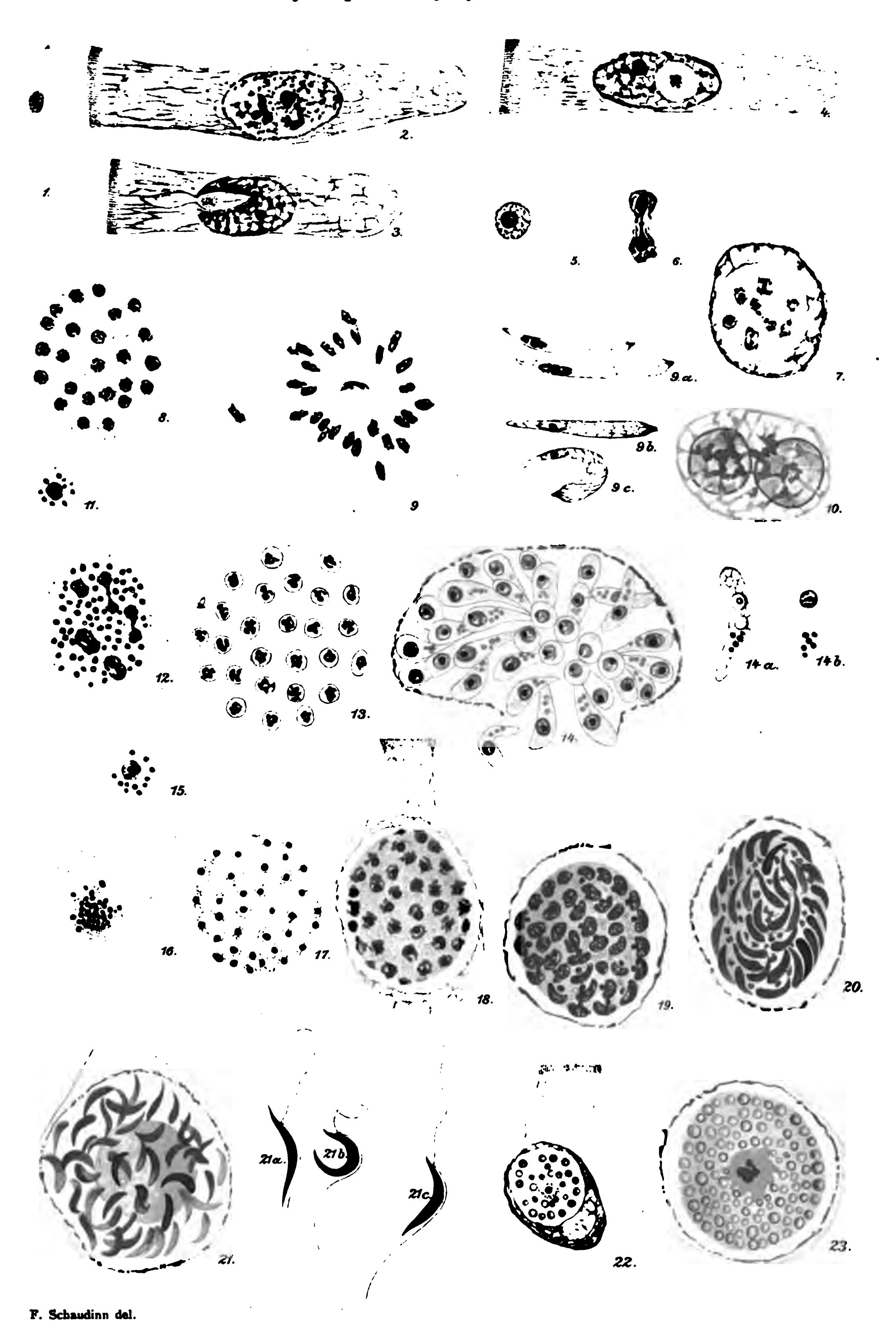
Die Coccidien haben seit der Entdeckung der pathogenen Eigenschaften der Kaninchencoccidien in der menschlichen und thierischen Pathologie eine grosse aber unverdiente Rolle bei den Entdeckungsversuchen unbekannter Erreger von Infektionskrankheiten gespielt. Solange man nichts Genaueres von diesen Sporozoen wusste, wurden alle möglichen pathologischen Zellveränderungen, Einschlüsse, Kernfragmente, intracelluläre Zerfallsprodukte etc. etc. als Coccidien (oder gar Gregarinen) gedeutet; so entstand die fast werthlose, umfangreiche Litteratur über die Pseudococcidien [1]) der perniciösen Geschwülste und der akuten Exantheme. Alle die angeblichen Coccidien (oder wie viele Autoren sich schüchterner ausdrücken, Protozoen) der Carcinome, Sarkome, Lipome, Epitheliome, der Vaccine, Variola, des Herpes zoster, der Maul- und Klauenseuche etc. sind darauf zurückzuführen, dass die Entdecker dieser Pseudoparasiten die Biologie und Morphologie der echten Coccidien nicht studirt hatten. Die Coccidienforschung der letzten Jahre hat uns nun ein recht klares Bild von dieser Protozoengruppe geliefert (ja sie kann hinsichtlich der Biologie für die bestbekannte Sporozoengruppe gelten) und ist auch vorbildlich für die Erforschung der wichtigsten parasitären Sporozoen, der Hämosporidien geworden. Die Resultate dieser Forschungen sind in so mustergültiger Weise in zusammenfassenden Uebersichten [2]), Referaten und Lehrbüchern [3]) wiedergegeben, dass ich hier nicht näher darauf einzugehen brauche.

Während die niederen Thiergruppen, besonders die Arthropoden und Mollusken, das Hauptmaterial für die neueren Coccidienforschungen lieferten, wurden die Wirbelthiere sehr vernachlässigt. Von den Stammesgenossen des Menschen, den Säugethieren vollends, kennt man eigentlich nur die Coccidien des Kaninchens und der Maus genauer und auch hier ist der Entwicklungscyklus der Parasiten nicht

---

[1]) cf. Labbé (99).
[2]) cf. besonders Lühe (1900).
[3]) cf. Lang (1901), Doflein (1901).

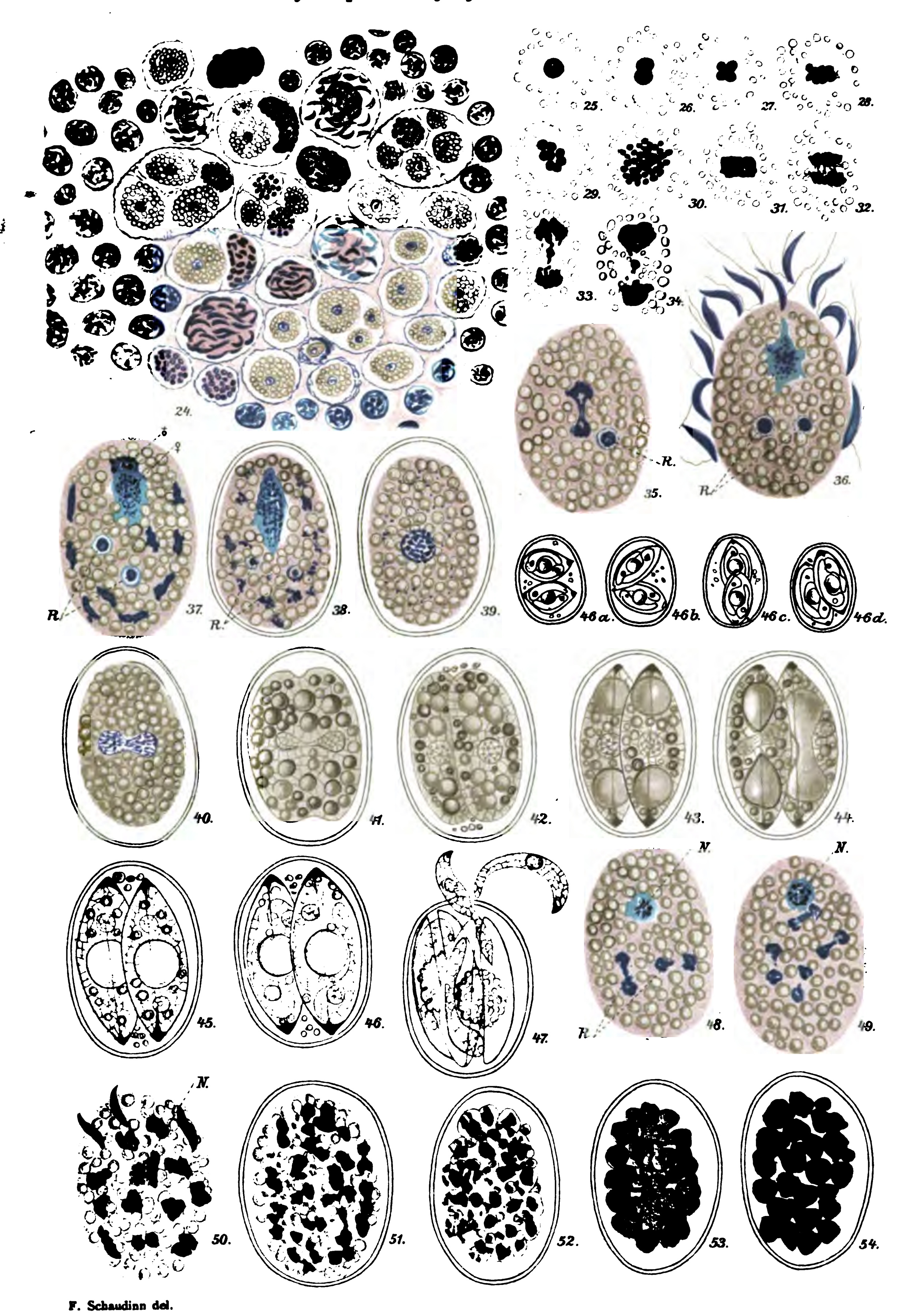
Cyclospora caryolytica Schaud.



F. Schaudinn del.

Verlag von Julius Springer in Berlin N.

Cyclospora caryolytica Schaud.



F. Schaudinn del.

Verlag von Julius Springer in Berlin N.

so vollständig bekannt, wie bei den Coccidien der niederen Thiere. Im Interesse der menschlichen Pathologie (da auch beim Menschen in einigen Fällen sicher Coccidien nachgewiesen sind), besonders aber als Repressalie gegen die Pseudococcidien schien mir daher das detaillirte Studium eines Säugethier-Coccidium besonders wünschenswerth. Ich hege die Hoffnung, dass die unfruchtbare Coccidien-Jagd bei den perniciösen Geschwülsten ein Ende erreicht, wenn klar und deutlich die nicht misszudeutenden pathologischen Veränderungen, die echte Coccidien auch bei den Säugethieren in den Geweben hervorrufen, vor Augen geführt werden. Die Coccidien sind so grosse, scharf charakterisirte, in Massen auftretende Gebilde, dass sie sofort auffallen, und die Idee, dass sie bei den Geschwülsten in irgend welcher versteckten Form, schwer erkennbar, doch vorhanden seien, wird jeder von der Hand weisen, der nur einmal einen echten Coccidienheerd gesehen hat.

Durch Zufall entdeckte ich im Jahre 1898 bei einem Landaufenthalt in meiner ostpreussischen Heimath, dass Maulwürfe nicht selten unter starker Coccidiose leiden. Im Garten und auf den Wiesen des Gutes, auf dem ich mich zur Ferienerholung befand, hausten sehr zahlreiche Maulwürfe. Häufig beobachtete ich nun im Monat September todte Maulwürfe auf der Oberfläche ihrer Jagdhügel und traf nicht selten ganz matte Individuen, die nicht mehr die Kraft hatten, sich bei meiner Annäherung einzugraben und in der Gefangenschaft stets bald abstarben. Die Untersuchung des Darminhalts ergab stets das Vorhandensein von zahlreichen Coccidien. Bei meinen Malaria-Untersuchungen benutzte ich auch Maulwürfe zur Fütterung der Anophelen und konnte auch hier in Rovigno wieder die Krankheit, die sich durch heftige Diarrhöen äussert und gewöhnlich schnell zum Tode führt, beobachten. Ein Satz junger nicht infizirter Maulwürfe bot mir Gelegenheit, die künstliche Infektion vorzunehmen und auch die Art der natürlichen Infektion zu beobachten. Nachdem ich bei den Lithobius-Coccidien (1900) die Methodik der Untersuchung ausgebildet hatte, bereitete das Studium der Maulwurf-Coccidien keine grossen Schwierigkeiten; es gelang in derselben Weise wie bei *Coccidium schubergi* durch Verbindung der Beobachtung des lebenden Objektes mit dem Studium der Präparate den vollständigen Entwicklungscyklus der Maulwurf-Coccidien zu ermitteln. Derselbe bietet in mancher Hinsicht wichtige Abweichungen von den bisher bekannten Fortpflanzungsverhältnissen anderer Coccidien.

Das Coccidium des Maulwurfs gehört der Gattung *Cyclospora* Schneider an, von der bisher nur ein sehr wenig genau studirter Vertreter, *Cyclospora glomericola* Schneider aus dem Darm von *Glomeris* bekannt war. In pathologischer Hinsicht ist das Maulwurf-Coccidium von ganz besonderem Interesse, weil es ein obligater Zellkernschmarotzer ist. Ich nenne daher die neue Art *Cyclospora caryolytica*.

Da ich in meiner monographischen Bearbeitung des *Coccidium schubergi* (1900) die Litteratur über die Coccidien ausführlich verarbeitet habe, werde ich mich in der folgenden Untersuchung kurz fassen können und hauptsächlich nur die Abweichungen von anderen Coccidien eingehender behandeln. Der Gang der Untersuchung war bei der *Cyclospora caryolytica* derselbe wie bei *Coccidium schubergi*; auch spielen sich viele Details der Entwicklung in derselben Weise wie

dort ab, so dass ich oft auf meine frühere Untersuchung verweisen kann. Des leichteren Vergleichs wegen habe ich die Darstellung der Beobachtungen ebenso disponirt, wie früher, so dass diese Arbeit ein ergänzendes Gegenstück zu meiner älteren Untersuchung bildet.

Historisches.

Im Jahre 1870 gab Eimer in seiner bekannten Arbeit über die ei- und kugelförmigen Psorospermien der Wirbelthiere an, sein *Psorospermium oviforme* auch bei *Talpa europaea* L. gefunden zu haben; eine genauere Beschreibung des Parasiten fehlt; es ist daher nicht möglich festzustellen, ob Eimer dieselbe Form vorgelegen hat wie mir. Leuckart (79, p. 282) stellt die Eimer'sche Coccidie zu *Coccidium perforans*, ohne irgend welchen Grund dafür anzugeben. Labbé (99, p. 67) führt sie als unsichere Varietät von *Coccidium perforans* Leuck. auf; Diagnose: „Coccidies de petite taille, non connues entièrement". Wirthsthiere ausser *Talpa*, *Cricetus cricetus* (L.) *Mustela vulgaris* Erxl., *Cavia cobaya*.

Die Gattung *Cyclospora*, zu der unser Parasit gehört, wurde im Jahre 1881 von Aimé Schneider (81, p. 391) mit der einzigen Species: *C. glomericola* aufgestellt; sie ist charakterisirt durch eine Cyste mit 2 Sporocysten, die je 2 Sporozoiten enthalten. In dem älteren Coccidiensystem Léger's (98), das auch ich (1900, p. 276) im Wesentlichen angenommen hatte, bildet die Gattung *Cyclospora* mit den Gattungen *Isospora* (unsicher) und *Diplospora* die Familie der *Disporocystidae*. In seiner neuesten Modifikation des Coccidiensystems, die auf der Zahl der Sporozoiten begründet ist, wurde von Léger (1900 a) die Gattung *Cyclospora* ganz abgesondert und zum alleinigen Vertreter der Gruppe „à ookyste tétrazoique" gemacht. Ausser den Dauercysten ist meines Wissens von der Gattung *Cyclospora* noch nichts bekannt.

Material und Untersuchungsmethoden.

Wie bereits anfangs erwähnt, findet man kranke und gestorbene Maulwürfe nicht selten ausserhalb ihres Baues auf der Oberfläche der Erde; doch muss man für die Infektionsversuche und das genauere Studium der Thiere dieselben längere Zeit in der Gefangenschaft halten können und ist es da nicht ganz leicht, sich das frische Material zu verschaffen. Theils habe ich die Thiere selbst ausgegraben, theils durch Aussetzen hoher Prämien von Landarbeitern lebend erhalten. Die ersten Jungen fand ich hier in Rovigno im Mai, aber auch noch im August scheint der Maulwurf zu werfen, denn ich erhielt am 14. noch 2 ganz junge Thiere, die noch wenig Haare aufwiesen und blind waren. Das Auffinden des Jagdgebietes eines Maulwurfs ist nicht schwer, da es durch die bekannten Hügel gekennzeichnet ist; schwerer fällt es schon, von hier aus sein eigentliches Lager aufzuspüren; dasselbe ist gewöhnlich versteckt angelegt, an Baumwurzeln, Grabenrändern oder Mauern. Am leichtesten findet man die Wohnkammer auf Wiesen, indem man der sogenannten Laufröhre folgt. Wie bekannt, legt der Maulwurf von seiner Wohnung zu seinem Jagdgebiet einen von seinen übrigen Gängen durch festeren Bau unterschiedenen Kanal an, der keine Hügel aufgeworfener Erde besitzt, weil der Maulwurf die gewonnene Erde zur Verfestigung

der Röhrenwände benutzt. Aeusserlich erkennt man die Laufröhre daran, dass die Pflanzen über ihr verdorrt sind. In diesem unterirdischen Kanal läuft der Maulwurf drei bis vier Mal am Tage von seiner Schlafstätte zu dem Jagdgrunde und zurück. Man fängt ihn am leichtesten, wenn man einige Strohhalme von der Erdoberfläche senkrecht in die Röhre stösst und sich dann daneben ruhig auf die Lauer legt.

Aus der Bewegung der Strohhalme erkennt man die Bewegungsrichtung des Maulwurfs; lief er nach dem Bau zu, so gelingt es meist, ihn gerade bei seiner Ankunft zu überraschen und mit ein paar Spatenstichen auszuheben. Die Wohnkammer besteht aus einer fast kugeligen, 10 cm weiten Höhle, die mit Moos und Gras ausgepolstert ist; hier findet man auch die Jungen (in einem Fall waren es 4, im andern 5) die lange nackt und blind sind, sich aber mit einer Pipette mit Milch leicht füttern lassen, wenn sie nicht zu jung ausgehoben werden; am leichtesten gelingt aber die Aufzucht, wenn man die Mutter mit fängt; nur muss man derselben ausserordentlich viel Nahrung geben, weil sie sonst die Jungen auffrisst.

Zur Fütterung in der Gefangenschaft benutzte ich alle möglichen Insekten, aber auch rohes Fleisch. Das bequemste Nährthier war die Assel, die man hier in Rovigno unter Steinen in ungeheueren Mengen sammeln kann. Sie benutzte ich auch bei den Infektionsversuchen. — Jeder Maulwurf muss isolirt gehalten werden, weil diese Thiere sehr kampflustig sind und der Sieger gewöhnlich den Besiegten auffrisst. Ich hielt meine Versuchsthiere in gewöhnlichen, ca. $^1/_2$ cbm messenden Holzkisten, die zur Hälfte mit Erde gefüllt waren. Die Erde muss immer etwas feucht gehalten werden und darf man nicht versäumen, den Thieren eine Schale mit Wasser (bis zum Rande eingegraben) zu geben. Für die Infektionsversuche wurden die Maulwürfe ohne Erde in grosse Glasgefässe gebracht und ihr Koth mehrere Tage sorgfältig untersucht; fanden sich keine Coccidiencysten, so wurde das Versuchsthier mit dem cystenhaltigen Koth (auf Fleisch gestrichen) infizirter Thiere gefüttert, oder ihm Asseln, die den Koth gefressen hatten, vorgesetzt; schon nach 6—8 Stunden kann man dann im Dünndarm des getödteten Versuchsthieres die ersten Entwicklungsstadien der Coccidien beobachten.

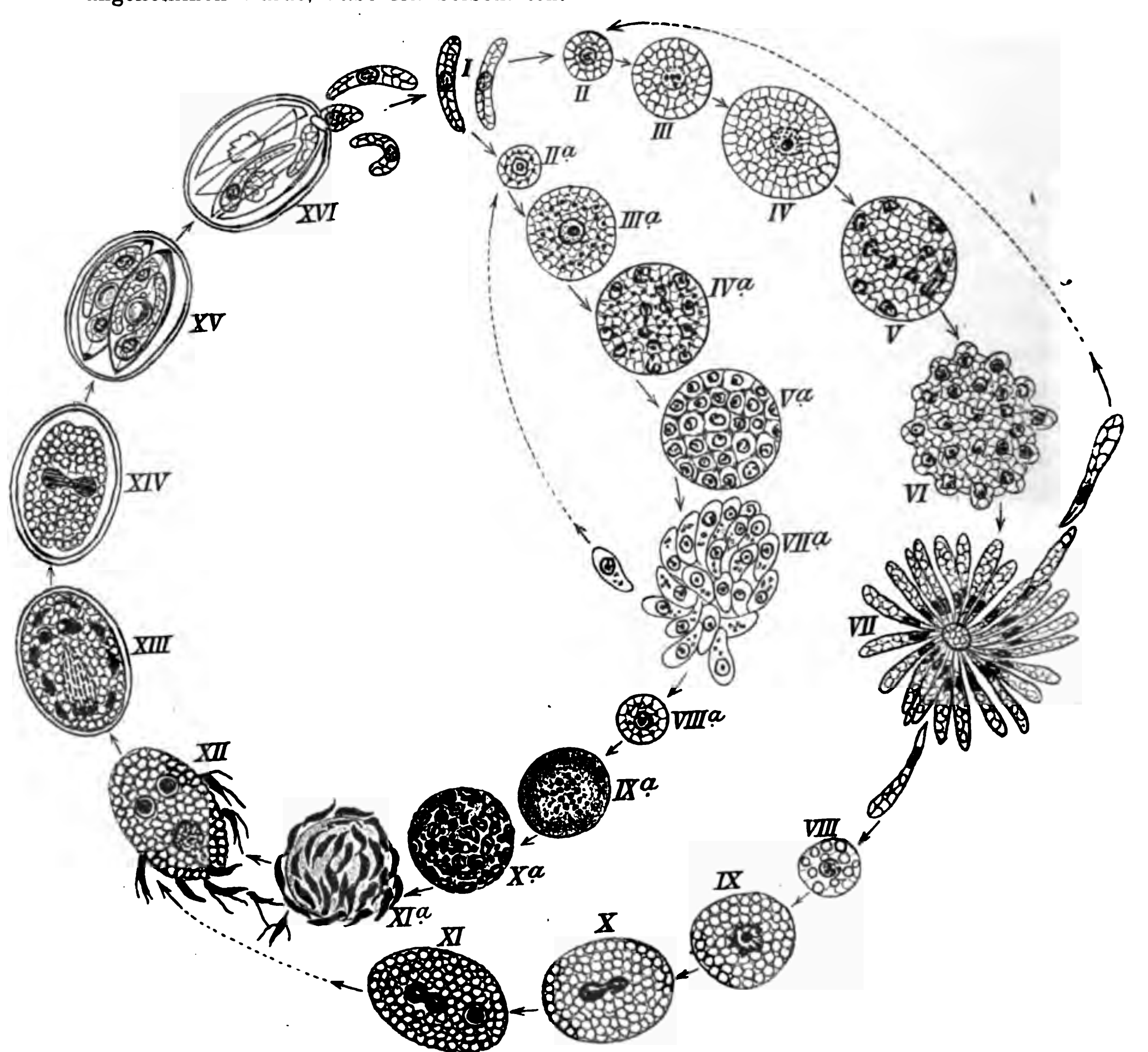
Die Methodik der Untersuchung war dieselbe wie beim Studium des *Coccidium schubergi*; ich verweise daher nur auf das betreffende Kapitel meiner früheren Arbeit (1900, p. 207). Ebenso wie dort wurden die Entwicklungsvorgänge am lebenden Objekt verfolgt, was hier noch leichter war, weil die Entwicklung des *Cyclospora* noch schneller vor sich geht, als die des *Coccidium*; auch ist diese Art noch widerstandsfähiger als jene; auf dem geheizten Objekttisch (nach Pfeiffer) hielten sich die Coccidien 8—10 Stunden lebensfrisch und entwickelten sich in normaler Weise weiter. Besonders bequem ist bei unserer Form das Studium der Sporogonie, die sich von der Kopulation ab ausserhalb des Darmes in den Fäces abspielt und leicht in der feuchten Kammer verfolgt werden kann; bei besonders heftiger Erkrankung werden sogar schon die Mikrogametocyten und Makrogameten entleert und kann man dann die Befruchtung auch in den Fäces beobachten.

Die Dauerpräparate wurden auch in derselben Weise wie bei den Lithobius-Coccidien gemacht (cf. 1900, p. 210 folgende) und dieselben Fixirungs- und Färbemittel verwendet.

Kurze Uebersicht des Zeugungskreises von *Cyclospora caryolytica.*

(Hierzu das Schema im Texte.)

Ebenso wie bei *Coccidium schubergi* will ich der speziellen Schilderung der einzelnen Entwicklungsstadien zum leichteren Verständniss des Nachfolgenden eine kurze Zusammenfassung der Resultate, soweit sie sich auf den Zeugungskreis beziehen, vorausschicken. Meine Normenklatur der Stadien, die von vielen Seiten inzwischen angenommen wurde, habe ich beibehalten.



Das jüngste Stadium der *Cyclospora*, welches die Infektion eines gesunden Maulwurfs bewirkt, ist der Sporozoit (Fig. I). Derselbe verlässt unter dem Einfluss der verdauenden Säfte des Wirthes die mit der Nahrung aufgenommene Cyste und dringt in die Darmepithelzellen ein. Im Gegensatz zu den meisten bisher bekannten Coccidien setzt er sich nicht im Zellleibe zur Ruhe, sondern wandert bei unserer Form

stets in den Zellkern ein. Hier rundet er sich kugelig ab und beginnt unter Zerstörung des Kerns der Wirthszelle zu wachsen. Aber schon kurz nach erfolgter Infektion fangen die eingedrungenen Sporozoiten, die vorher, sowohl in den Cysten als frei im Darmkanal, keine wahrnehmbaren Unterschiede aufwiesen, an, sich in zwei verschiedene Formenreihen zu differenziren, die später, wie wir sehen werden, die männlichen und weiblichen Geschlechtselemente liefern, vorher sich aber durch Schizogonie, also ungeschlechtlich, vermehren und die Autoinfektion bewirken. Bei *Cyclospora caryolytica* sind also die Geschlechtsformen von Anfang an unterschieden; während bei den übrigen Coccidien, soweit bekannt, erst nach der Schizogonie der geschlechtliche Dimorphismus sich bemerkbar macht (früher oder später; z. B. bei *Adelea ovata* nach Siedlecki nach den ersten Generationen, bei *Coccidium* erst sehr spät, nachdem der Wirthsorganismus schon mit Schizonten überschwemmt ist).

Die weiblichen Schizonten wollen wir zunächst besprechen (Fig. II—VII); sie wachsen sehr schnell heran, speichern keinerlei Reservestoffe im Plasma auf und zeigen daher eine grobvacuoläre Struktur (Fig. II—IV). Nachdem sie die Wirthszelle durch Zerstörung ihres Zellkerns vernichtet und ihr Wachsthum vollendet haben, was bei unserer Form schon in 4—5 Stunden geschehen ist, schicken sie sich zur Schizogonie an; der Kern vermehrt sich durch dieselbe Art der primitiven Mitose, die ich bei *Coccidium* beschrieben habe (Fig. V). Die Tochterkerne begeben sich an die Oberfläche der Zelle und entwickeln sich, indem sie sich mit Plasma umgeben höckerartig hervorwölben, zu langen schmalen Sichelkeimen, den weiblichen Merozoiten, unter Zurücklassung eines kleinen kugeligen Restkörpers (Fig. VII).

Die sonnenblumenförmige Anordnung der Merozoiten um den Restkörper ist charakteristisch für die Schizogonie der weiblichen Schizonten. Die ♀ Merozoiten sind im Gegensatz zu den Sporozoiten länger und schlanker, der Kern liegt stets im zugespitzten hinteren Drittel und besitzt ein Karyosom, das dem Sporozoitenkern fehlt.

Die weiblichen Merozoiten dringen in andere Epithelzellkerne ein, wachsen wieder zu Schizonten heran und machen dieselbe Entwicklung durch wie ihre Mutterzellen (cf. den rücklaufenden Pfeil von Fig. VII über II—VII), dienen also zur Vermehrung des Parasiten im Wirthsthier, zur Autoinfektion. Die männlichen Schizonten sind durch den Besitz von stark lichtbrechenden, pigmentartigen Körnchen ausgezeichnet, sie wachsen etwas langsamer heran als die weiblichen, gelangen aber häufig schon in jugendlichem Zustande zur Kernvermehrung. Die glänzenden Körnchen treten schon sehr früh während ihres Wachsthums auf (Fig. IIa), sodass sie schon wenige Stunden nach Verfütterung der Cysten an das Versuchsthier leicht von den jungen weiblichen Schizonten zu unterscheiden sind. Die Einwirkung auf die Wirthszelle ist dieselbe, wie bei den weiblichen Schizonten. Die Kernvermehrung zur Schizogonie erfolgt auch durch dieselbe Art der primitiven Mitose wie dort (Fig. IVa). Die Schizogonie selbst weicht aber nicht unerheblich von der dort geschilderten ab. Die auf der Oberfläche der Zelle angeordneten Kerne (Fig. Va) wölben nicht das Plasma buckelartig hervor, sondern sie umgeben sich mit hellen Höfen, die gegeneinander durch körnerreiche, polygonale Streifen abgegrenzt sind; letztere dringen allmählich in die Tiefe der Zelle vor und zerlegen den ganzen Zellkörper in soviel Segmente, als Kerne vorhanden sind;

ein Restkörper bleibt nicht übrig. Die auswandernden männlichen Merozoite erhalten von den für die männlichen Schizonten charakteristischen Pigmentkörnchen stets einige mit und sind hierdurch, sowie durch ihre plumpe, gedrungene Gestalt (Fig. VIIa) nicht nur von den Sporozoiten, sondern auch von den weiblichen Merozoiten leicht zu unterscheiden (cf. Fig. VIIa, I und VII). Sie wandern ebenso wie die weiblichen Merozoiten in andere Zellkerne ein und machen denselben Entwicklungsgang durch wie ihre Mutterzellen, dienen also auch zur Autoinfektion.

Nachdem die weiblichen und männlichen Parasiten sich zahlreiche Generationen hindurch auf dem ungeschlechtlichen Wege der Schizogonie vermehrt haben und den grösseren Theil des Dünndarms des Maulwurfs überschwemmt (hierbei schreitet die Infektion vom Duodenum in 3—4 Tagen bis zum Dickdarm fort), hört bei unserer Form ziemlich plötzlich die ungeschlechtliche Fortpflanzung auf und es beginnt gleichzeitig die Differenzirung der Geschlechtszellen. Dieser Wechsel ist so plötzlich, dass man vom 5.—7. Tage der Infektion fast nur noch die Geschlechtsprodukte, aber in ungeheueren Massen, im Darm vorfindet. (Höhe der Infektion, oft Tod des Wirthsthiers; wird die Krisis überstanden, so tritt bald spontane Heilung ein.)

Die weiblichen Merozoiten (Fig. VII) wachsen langsamer heran und speichern in ihrem grobvacuolären Plasma grobkörnige, dotterartige Reservestoffe auf (Fig. VIII, IX). Nachdem sie ausgewachsen sind, strecken sie sich in die Länge und stellen nun die weiblichen Geschlechtszellen, die Makrogameten dar; sie fallen aus den Wirthszellen, die sie bis auf die Kernmembran und einen dünnen Plasmasaum ganz zerstört haben, heraus und bereiten sich durch einen Reifungsprozess zur Befruchtung vor. Die Reifung erinnert hier ausserordentlich an die Richtungskörperbildung der Metazoeneier. Durch zwei unmittelbar aufeinander folgende Kerntheilungen (Fig. X, XI) werden von dem Zellkern 2 dem Untergang geweihte Reduktionskerne abgespalten; dieselben werden aber nicht ausgestossen, sondern langsam im Plasma resorbirt und sind noch nach der Befruchtung eine Zeit lang deutlich wahrzunehmen.

Die männlichen Merozoiten entwickeln sich in ganz abweichender Weise zu den Mikrogametocyten, den Mutterzellen der Mikrogameten. Die glänzenden Körnchen werden resorbirt, das Plasma verliert seinen grobvacuolären Bau, wird sehr fein granulirt und nimmt grosse Färbbarkeit in Hämatoxylin an. Der Kern vermehrt sich in ganz anderer Weise, durch multiple Kerntheilung (Fig. IXa); die Tochterkerne rücken an die Oberfläche, werden zu sehr kompakten, chromatinreichen Klumpen, die sich in die Länge strecken und nach Ausstossung eines Theiles ihrer Substanz (Fig. Xa) in die Mikrogameten verwandeln; die spindelförmigen Mikrogameten lösen sich, nachdem sie zwei Geisseln entwickelt haben, von der Oberfläche des grossen zurückbleibenden Restkörpers los (Fig. XIa) und suchen die Makrogameten auf, um sie zu befruchten.

Der reife Makrogamet streckt den ihn umschwärmenden Mikrogameten einen Empfängnisshügel entgegen, in welchen der bevorzugte, zur Befruchtung gelangende Mikrogamet eindringt und nach kurzer Zeit sich dem ihm entgegen rückenden weiblichen Kern auflagert (Fig. XII, XIII). Während bei *Coccidium schubergi* sofort nach Eindringen des befruchtenden Mikrogameten auf der Oberfläche des Makrogameten

eine dicke Cystenhülle abgeschieden wird, die anderen Mikrogameten das Eindringen verwehrt, findet die Abscheidung der Oocystenhülle bei *Cyclospora caryolytica* erst später statt. Daher dringen meistens ausser dem befruchtenden Mikrogameten noch eine Anzahl von den umschwärmenden männlichen Elementen in die Zelle ein (etwa ebenso viele, wie bei *Coccidium schubergi* am Befruchtungspole auf der Cystenhülle ausgesperrt liegen bleiben und nutzlos absterben) und werden allmählich als Nährmaterial resorbirt (Fig. XII, XIII). (Dass dieses Eindringen von zahlreichen Mikrogameten einerseits von Vortheil, andererseits aber unter gewissen Vorbedingungen auch Gefahr bringend für den Organismus ist, wird in dem Abschnitt über die pathologische Degeneration der Coccidien eingehend behandelt werden).

Schon vor der Befruchtung können die Geschlechtselemente bei heftiger Diarrhöe mit den Fäces aus dem Darmkanal des Wirthsthieres entleert werden; normaler Weise gelangen aber erst die Copulae kurz nach der Befruchtung, sobald sie sich durch Abscheidung einer Cystenhülle in Oocysten verwandelt haben (Fig. XIII), in die Aussenwelt. Eine Weiterentwicklung der Oocyste im Darmkanal, wie sie häufig bei *Coccidium schubergi* und anderen Arten gefunden wird, habe ich niemals beobachtet.

In der Oocyste verschmilzt der männliche und weibliche Kern unter Bildung einer Kopulationsspindel, wie sie bei allen bisher genauer studirten Coccidien (*Coccidium, Adelea, Benedenia*) beobachtet wurde, gleichzeitig werden die überschüssigen Mikrogameten und die Reduktionskerne resorbirt. Das spindelförmige Synkaryon (der Kopulationskern) rundet sich ab zu einem gewöhnlichen netzförmig (vacuolär) gebauten Zellkern, im Centrum des Sporonten. Hierauf erfolgt die Kerntheilung zur Sporoblastenbildung, senkrecht zur Längsachse, auf direkte Weise (Fig. XIV) und die Theilung des Sporonten in die beiden Sporoblasten, die sich mit eigenen Cystenhüllen umgeben und dadurch zu Sporocysten werden. Der Kern jeder Sporocyste theilt sich direkt in zwei, und es differenziren sich in jeder Sporocyste zwei Sporozoiten um einen centralen Restkörper (Fig. XV). Die Oocyste ist hiermit reif geworden, d. h. sie kann zur Neuinfektion eines anderen Wirthsthieres dienen. Wenn eine solche Oocyste in den Magen eines Maulwurfs gelangt, so quellen die Restkörper unter dem Einfluss der verdauenden Säfte auf, die Sporocysten platzen in 2 Schalen auseinander; im Dünndarm wird dann ein Loch in der Oocystenhülle gebildet und damit den Sporozoiten die Möglichkeit geboten auszukriechen (Fig. XVI) und die Infektion der Epithelzellen zu beginnen; der hier geschilderte Zeugungskreis beginnt von neuem. Der Wechsel von Schizogonie und Sporogonie, vermittelt durch die Kopulation, ist ein echter Generationswechsel.

Spezielle Schilderung des Zeugungskreises von *Cyclospora caryolytica.*

1. Die Sporozoiten.

Wenn man reife Cysten von *Cyclospora* an einen gesunden (festgestellt durch längere Fäces-Kontrolle) Maulwurf verfüttert, so kann man die ausgeschlüpften Sporozoiten schon 4—5 Stunden danach im Anfangstheil des Dünndarms frei umherschwärmend finden. Die Gestalt der Sichelkeime ist schlank, in der Ruhe nur wenig

sichelförmig gekrümmt (Taf. XII, Fig. 1). Die Länge schwankt zwischen 12—15 μ bei einer mittleren Dicke von 2—4 μ. Ihr Plasma ist sehr gleichmässig fein alveolär gebaut; im dickeren, vorderen Theil des Sporozoiten sind die Plasmaalveolen etwas grösser ($^1/_2$—1 μ) als in der dünneren, hinteren Hälfte ($^1/_4$ μ und noch kleiner), daher erscheinen die Sporozoiten im Leben sehr homogen und durchsichtig; alle grösseren stark lichtbrechenden Körner oder Einschlüsse fehlen, nur die kleinen Mikrosomen liegen in den Ecken zwischen den Alveolenwänden. Eine Hülle, Pellicula oder differenzirte Hautschicht ist auch bei den stärksten Vergrösserungen nicht wahrzunehmen. Bei der Bewegung tritt zwar eine Längsstreifung der Oberfläche auf, doch überzeugt man sich bei starken Vergrösserungen, dass dies durch keine besondere Differenzirung eines Ektoplasmas (Myocytfibrillen) bedingt ist, sondern dass nur die oberflächlichen Alveolen des Plasmas sich in parallelen Längsreihen angeordnet haben.

Das Vorderende des Sporozoiten ist in eine kleine zitzenartige Spitze ausgezogen, die sich im Leben durch stärkeres Lichtbrechungsvermögen, im Präparat durch grössere Färbbarkeit vom übrigen Zellkörper abhebt (Fig. 1) und aus differenzirtem, dichterem Plasma zu bestehen scheint. Sie leistet dem Parasiten gute Dienste beim Einbohren in die Wirthszellen.

Etwas vor der Mitte des Körpers liegt, die ganze Breite desselben einnehmend, der kugelige oder ellipsoidale Zellkern, der im Leben als helle, gleichmässig fein granulirte Blase erscheint, im gefärbten Präparat ein feines gleichmässiges Netzwerk (Alveolensystem) von Linin mit gleichartigen Chromatinkörnchen in den Knotenpunkten (Fig. 1) erkennen lässt. Ein Kernkörper oder Karyosom ist nicht nachzuweisen.

Das frühe Auftreten des geschlechtlichen Dimorphismus bei den Schizonten legte es nahe, schon bei den Sporozoiten nach Geschlechtsdifferenzen zu suchen. Trotz genauester Prüfung zahlreicher Sporozoiten in den Cysten und im Darm (in freiem Zustande) habe ich keinerlei Verschiedenheiten auffinden können, ihr Bau entsprach stets der obigen Schilderung und bot keine Variationen.

Die Bewegungen der Sporozoiten lassen sich, ebenso wie ich es bei *Coccidium schubergi* geschildert habe, in zwei Arten eintheilen, in Gestaltsveränderungen und und Vorwärtsbewegungen. Die ersteren sowohl, die Krümmungen und metabolischen Kontraktionen, wie die letzteren, die Gleitbewegungen, stimmen bei unserer Form so vollständig mit den gleichen Bewegungen bei *Coccidium schubergi* etc. überein, dass ich ganz auf meine ausführliche Darstellung (1900, p. 220—225) verweisen kann.

Auch das Eindringen der Sporozoiten in die Darmepithelzellen kann man auf dem geheizten Objekttisch ebenso gut beobachten wie bei *Lithobius*; es erfolgt durch Kombination aller drei Bewegungsarten des Sichelkeims. Der Hauptunterschied gegenüber den meisten anderen Coccidien besteht bei *Cyclospora* nur darin, dass er nicht im Plasma der Epithelzellen zur Ruhe kommt, sondern stets sich in den Zellkern einbohrt. Fig. 3, Taf. XII zeigt einen Sporozoiten, der gerade zur Hälfte in den Kern eingedrungen ist; man bemerkt an seinem hinteren Ende noch die Spur des Gallertstiels als hellen Streifen, der den Weg durch den Stäbchensaum und das streifige Plasma bezeichnet. Das Kernnetz wird beim Eindringen auf der Oberfläche des

Parasiten zusammengeschoben und verdichtet; lockert sich aber, wenn der Sporozoit eingedrungen ist und sich zur Ruhe gesetzt hat, wieder auf. — Eine besondere Auswahl unter den Zellen des Darmepithels scheinen die Sporozoiten nicht zu treffen, man findet sie vom Duodenum ab in allen Zellen der Schleimhaut, den Cylinderzellen, den Leukocyten, den Zellen der Krypten (selbst in solchen, die in Kerntheilung begriffen waren), sogar in Bindegewebszellen der Submucosa dringen sie ein.

2. Die weiblichen Schizonten und ihre Schizogonie.

Wie bereits früher erwähnt, differenziren sich die in den Epithelzellkernen zur Ruhe gelangten Sporozoiten schon beim Beginn ihres Wachsthums in zwei verschiedene Zellsorten. Auf dem geheizten Objekttisch kann man dieses Wachsthum und das Auftreten des geschlechtlichen Dimorphismus leicht beobachten, weil die Parasiten viel widerstandsfähiger sind als andere Coccidien und auch schneller wachsen. 6—8 Stunden nach der Infektion sind alle Sporozoiten zur Ruhe gelangt; sie haben sich in den Zellkernen kugelig abgerundet und beginnen zu wachsen. Schon nach einer Stunde treten die Differenzen zwischen den weiblichen und männlichen Schizonten auf. Die weiblichen Zellen, die wir zunächst betrachten wollen, sind kugelig und haben schon nach 3—4 Stunden einen Durchmesser von 10—12 μ erreicht; sie wachsen also sehr schnell, was sich auch dadurch dokumentirt, dass ihr Plasma sehr flüssigkeitsreich ist. Die alveoläre Struktur ist grob (Fig. 5 Taf. XII) und am lebenden Objekt ausserordentlich deutlich zu beobachten, die Alveolarsäume an der Oberfläche und um den Zellkern sind meist schön ausgeprägt.

Die Veränderungen, welche die Wirthszellen beim Wachsthum der Parasiten erleiden, sind bei allen vier Entwicklungsreihen (♂ und ♀ Schizontenentwicklung, Mikrogametocyten- und Makrogameten-Wachsthum) der Coccidien die gleichen; ich werde sie daher nur in dem Abschnitt über die Pathologie eingehend schildern, um Wiederholungen zu vermeiden. Im Allgemeinen kann man sagen, dass der weibliche Schizont am genauesten den feineren Bau des Sporozoiten bewahrt oder mit anderen Worten, er wird am wenigsten differenzirt. Er entspricht im Bau und auch in der Fortpflanzung ganz dem geschlechtslosen, undifferenzirten Schizonten von *Coccidium schubergi*. Ebenso wie dort werden keinerlei Reservestoffe im Plasma aufgespeichert. Alles aufgenommene Nährmaterial wird sofort zum Aufbau des Körpers verwendet, daher das schnelle Wachsthum, die blasige Struktur und die Reinheit des Plasmas. Die Oberfläche des Schizonten ist nackt und nicht zu einer besonderen Hüllschicht differenzirt, da die Zelle in ihrer Kernhöhle von der Wirthszelle genügenden Schutz erhält. Während des Wachsthums des Schizonten erleidet auch sein Kern einige Veränderungen, es kommt wie bei *Coccidium schubergi* zur Ausbildung eines Karyosoms; schon bald nach dem Eindringen des Sporozoiten verdichtet sich das Chromatinnetz im Centrum des Kerns (Fig. 4); es tritt beim weiteren Wachsthum desselben das Plastin auf und bildet ebenso wie bei *Coccidium schubergi* durch Verschmelzung mit dem centralen Chromatinklumpen (1900, p. 226) den als Karyosom bezeichneten grossen Kernkörper (Fig. 5), der bei schlechter Färbung meist allein den Farbstoff annimmt und die Lage des Kerns andeutet. Bei guter Färbung ist er von dem fein-

maschigen Netzwerk des Linin mit den in den Knotenpunkten suspendirten staubförmigen Chromatinkörnchen umgeben (Fig. 5). Eine doppelt konturirte Kernmembran ist nicht zu erkennen, die Kerngrenze scheint nur durch eine Verdichtung des Chromatinnetzes gebildet zu werden. Im Karyosom sind, wie bei den meisten Coccidien, oft einige helle Vakuolen zu bemerken.

Das Karyosom spielt bei der Kerntheilung, die zur Schizogonie führt, dieselbe Rolle, wie bei *Coccidium schubergi.* Ein Vergleich von Fig. 6 und 7 mit den Kerntheilungsfiguren auf Tafel 14 meiner Coccidienarbeit (1900) beweist, dass die Kernvermehrung dieselben Einzelheiten bei beiden Coccidien aufweist, es ist eine direkte Kerntheilung, bei der das Karyosom die Rolle eines „sogen. Nucleolo-Centrosomas" (wie bei *Amoeba crystalligera* [Schaudinn] und *Euglena* [Blochmann, Keuten]) spielt und die Chromatinumordnungen schon kleine Anklänge an die Mitose zeigen. Das Auftreten eines „Zwischenkörpers" ist hier ebenso wie bei anderen Arten (*Benedenia, Adelea* [Siedlecki], *Coccidium* [Schaudinn]) deutlich zu beobachten (Fig. 6).

Nachdem die Zellkerne an die Oberfläche des weiblichen Schizonten gerückt sind und sich hier gleichmässig vertheilt haben, beginnt das knospenartige Hervorwachsen der Merozoiten in radiärer Richtung (Fig. 8). Gegenüber *Coccidium schubergi* macht sich der Unterschied bemerkbar, dass die Anlagen der Merozoiten die Zellkerne nicht mitziehen und vom Centrum der Zelle entfernen. Wie Fig. 9 zeigt, behalten die Zellkerne ihren ursprünglichen Abstand vom Mittelpunkt des kugeligen Schizonten bei, sodass die distalen Theile der Schizonten nur aus grobvakuolärem Plasma gebildet werden. Bei *Cyclospora* wird auch das centrale Plasma des Schizonten bei der Differenzirung der Merozoiten dichter und flüssigkeitsärmer, als das periphere, wahrscheinlich durch Flüssigkeitsabgabe; der dichtere Theil der Merozoiten (hinter dem Kern) ist aber viel kleiner als bei *Coccidium schubergi*, während der blasige, vor dem Kern gelegene Theil mehr als zwei Drittel der Länge des Merozoiten einnimmt (Fig. 9, 9a). Der Restkörper ist stets sehr klein, die sonnenblumenartige Anordnung der Merozoiten um denselben charakteristisch für die Schizogonie der weiblichen Schizonten. Beim Auswachsen der Merozoiten wird gewöhnlich die von der Kernmembran der Wirthszelle gebildete Höhle gesprengt und die Keime werden im Darmlumen frei. Die vom Restkörper losgelösten Merozoiten unterscheiden sich deutlich von den Sporozoiten (cf. Fig. 9a und 1). Die Gestalt ist keulenförmig, der Kern liegt in der hinteren Hälfte, die sehr spitz zuläuft und fein strukturirt ist, während die andere von grobvakuolärem Plasma gebildet wird und kolbig angeschwollen erscheint; der Zellkern unterscheidet sich von dem des Sporozoiten durch den Besitz eines Karyosoms, das besonders deutlich im Leben zu erkennen ist (9b). Der vordere, dicke Theil des weiblichen Merozoiten zeigt bei der Bewegung die streifige Anordnung der Plasmaalveolen so scharf und klar (Fig. 9c), wie ich es bisher noch nicht bei anderen Coccidien beobachtet habe. Am vorderen Ende hatte auch Léger (98a) bei *Echinospora* die Streifung besonders deutlich beobachtet, während ich sie bei *Coccidium schubergi* bisher nur am Hinterende der Keime konstatiren konnte. — Die weiblichen Merozoiten dringen in derselben Weise wie die Sporozoiten in andere Epithelzellen ein; bei der Schizogonie machen sich dieselben Unterschiede gegenüber der Schizogonie

der Sporozoiten bemerkbar, wie bei *Coccidium schubergi.* Während die aus Sporozoiten hervorgegangenen weiblichen Schizonten erst nachdem sie vollständig herangewachsen sind, zur Vermehrung schreiten, bilden die aus weiblichen Merozoiten entstandenen weiblichen Schizonten schon frühe, in verschiedenen Wachsthumsstadien die Merozoiten, was vielleicht dadurch bedingt ist, dass sie früher zur Kernvermehrung schreiten können, weil sie von Anfang an das für die Kerntheilung wichtige Gebilde, das Karyosom, besitzen, während die aus den Sporozoiten hervorgehenden Schizonten es erst bilden müssen.

3. Die männlichen Schizonten und ihre Schizogonie.

Die künstliche Infektion eines gesunden Maulwurfs bot die Gelegenheit, das erste Auftreten des geschlechtlichen Dimorphismus zu verfolgen; ein Theil der Sporozoiten entwickelt sich zu den weiblichen, ein anderer Theil zu den männlichen Schizonten, die von den ersteren leicht zu unterscheiden sind. Bald nachdem die Sporozoiten zur Ruhe gelangt sind, treten in einzelnen jungen Schizonten, die hinter den andern etwas im Wachsthum zurückblieben (während die weiblichen Schizonten nach 3—4 Stunden schon einen Durchmesser von 10—12 μ erreicht haben, sind die männlichen kaum 4—5 μ gross geworden), stark lichtbrechende Körnchen auf (Fig. 11); dieselben besitzen im lebenden Objekt einen leichten Stich ins Grün, ihr starkes Lichtbrechungsvermögen lässt die jungen männlichen Schizonten dunkler erscheinen als die weiblichen Schizonten. Im polarisirten Licht erscheinen sie aber nicht doppeltbrechend. Kernfarbstoffe tingiren sie nicht, Osmiumsäure schwärzt sie nicht; in Canadabalsam behalten sie ihre starke Lichtbrechung, wodurch sie von den dotterartigen Reservestoffen der Makrogameten zu unterscheiden sind. Jod färbt sie gelbbraun und behalten sie diese Farbe auch bei nachfolgender Behandlung mit Schwefelsäure. Sie werden weder in verdünnten Säuren noch Alkalien gelöst, auch Aether, Chloroform und Alkohol verändert sie nicht. Es sind augenscheinlich ähnliche pigmentartige Stoffwechselprodukte, wie sie schon bei den männlichen Schizonten von *Adelea ovata* [cf. Schaudinn u. Siedlecki (97) und Siedlecki (99)] beobachtet wurden. Genaueres über ihre chemische Natur ist bei ihrer Kleinheit (sie sind kaum $^1/_4$—$^1/_2$ μ gross) kaum zu ermitteln, um so weniger als die mikrochemische Analyse der Eiweissstoffe noch fast garnicht ausgebildet ist.

Während des Wachsthums der männlichen Schizonten wird die Zahl dieser charakteristischen Körnchen sehr vermehrt (Fig. 12). Die Ausbildung des Karyosoms findet in derselben Weise statt wie bei dem Wachsthum der weiblichen Schizonten, auch die grobvakuoläre Plasmastruktur ist ebenso deutlich wie bei diesen (Fig. 12). Die Kernvermehrung durch direkte Theilung mit Hülfe des Karyosoms weist auch keine Abweichungen auf, wohl aber die Schizogonie selbst, die an die Bildung der männlichen Schizonten von *Adelea ovata* [cf. Schaudinn u. Siedlecki (97, p. 195) und Siedlecki (99)] erinnert. Während die Tochterkerne sich auf der Oberfläche des männlichen Schizonten vertheilen, sammeln die stark lichtbrechenden Körnchen sich in den centralen Theilen der Zelle an, sodass die Oberfläche ganz frei davon wird. Um jeden Zellkern nehmen die grösseren Plasmaalveolen der Oberfläche radiäre

Anordnung an und umgeben ihn mit einem flüssigkeitsreichen, hellen Hof, während zwischen diesen Höfen aus dichterem, fein granulirtem Protoplasma bestehende Bezirke als polygonale Grenzen auftreten (Fig. 13). Diese feinkörnigen Grenzen dehnen sich allmählich von der Oberfläche der Zelle in die Tiefe, nach dem Centrum zu aus und zerlegen die ganze Zelle in so viele Merozoiten-Anlagen, als Kerne vorhanden sind. Die Segmentirung erstreckt sich auch auf die centralen Theile mit ihren stark lichtbrechenden Körnchen, sodass jeder Merozoit einen Theil derselben mit bekommt (Fig. 14). Ein Restkörper bleibt nicht übrig, sondern die ganze Zelle wird in die Merozoiten zerspalten. Während bei den weiblichen Schizonten die Schizogonie nach der Art einer Knospung begann und die Merozoiten über die Oberfläche des Schizonten hinauswuchsen, verläuft die Schizogonie des männlichen Schizonten nach dem Schema der superficiellen Forschung. Die weiblichen Merozoiten waren daher sehr lang, länger als der Radius des Schizonten, die männlichen sind kurz und dick und entsprechen in ihrer Länge dem Radius des Schizonten (cf. Fig. 9 und 14). Fig. 14 zeigt die Auswanderung der männlichen Merozoiten aus dem Kern der Wirthszelle und bedarf keiner weiteren Erläuterung. Die Infektion neuer Zellen durch die männlichen Merozoiten, ihr Heranwachsen zu männlichen Schizonten und die Wiederholung der Schizogonie erfolgt in derselben Weise wie bei ihren Mutterzellen.

Zur leichteren Uebersicht der Unterschiede der Sporozoiten, weiblichen und männlichen Merozoiten gebe ich eine Bestimmungstabelle der drei Formen.

1.	Kern mit Karyosom	2
	Kern ohne Karyosom	Sporozoit
2.	Länge des Körpers 12—15 μ, Breite $1^1/_2$—2 μ, Kern im hintersten Drittel der Zelle, ohne stark lichtbrechende Körner im Plasma	♀ Merozoit
3.	Länge des Körpers 10—12 μ, Breite 2—3 μ, Kern im vordersten Drittel der Zelle, mit stark lichtbrechenden Körnern in der hinteren Hälfte des Körpers . . . . . . , ...	♂ Merozoit.

Bisher kannte man den geschlechtlichen Dimorphismus der Schizonten nur bei einem Coccidium, der *Adelea ovata* Schneid. aus dem Darm des Lithobius, doch soll nach Siedlecki (99) hier die Differenzirung der männlichen und weiblichen Formen erst nach mehreren (?) undifferenzirten Generationen von Schizonten auftreten und nicht schon die Sporozoiten sich während ihres Wachsthums differenziren. Es scheint dies aber nicht für alle Angehörigen der Gattung *Adelea* Geltung zu haben, bei seiner *Adelea mesnili* konnte Pérez (99) nicht den Dimorphismus der Merozoiten finden; es scheint diese Form, die auch durch den Besitz einer Cystenhülle von der *Adelea ovata* unterschieden ist, den Uebergang dieser abweichenden Gattung zur Gattung *Coccidium* zu vermitteln.

4. Die Bildung der Mikrogameten.

In den ersten Tagen nach der Infektion findet man im Darmkanal nur männliche und weibliche Schizonten und Stadien der Schizogonie, erst nach 4—5 Tagen treten ziemlich plötzlich die Geschlechtsformen auf und lösen in kurzer Zeit die

Schizonten ab; dieser Wechsel vollzieht sich so schnell und vollständig, dass man am 6. Tage nur noch ganz vereinzelte Schizonten antrifft und der ganze Darmkanal mit den Geschlechtszellen in allen Stadien der Differenzirung überschwemmt ist. Besonders interessant ist die Beobachtung, dass die männlichen und weiblichen Schizonten ganz gleichzeitig mit der Differenzirung in die Geschlechtszellen beginnen. Infolge ihres schnelleren Wachsthums treten dann die männlichen Elemente etwas früher auf, als die Reifung der weiblichen vollendet ist. Wie in dem Abschnitt über die Pathologie erörtert werden soll, fällt die Umwandlung der Schizonten in die Gameten mit dem Höhepunkt der Krankheit zusammen, was leicht erklärlich ist, weil in diesem Augenblick die Vermehrung der Parasiten und ihr Wachsthum und damit die Zerstörung der Epithelzellen ihr Maximum erreicht. Oft stirbt das Wirthsthier um diesen Zeitpunkt (also 5—6 Tage nach der Infektion), wenn es die Krisis überlebt, so ist es gerettet; denn durch die Befruchtung und Sporogonie wird der Darmkanal von den Parasiten gereinigt, sie verlassen denselben als Dauerstadien und die Epithelregeneration wird nicht mehr durch die Parasiten wirkungslos gemacht.

Nach diesen Vorbemerkungen wenden wir uns zur Besprechung der Mikrogametenbildung. Die männlichen Merozoiten sind, wie früher erwähnt, leicht an den stark lichtbrechenden Körnchen in ihrem Plasma zu erkennen. Die ersten Anzeichen, welche andeuten, dass ein solcher Merozoit sich nicht zu einem gewöhnlichen männlichen Schizonten, sondern zu einem Mikrogametocyten entwickeln wird, bestehen in dem Auftreten einer dichteren Plasmastruktur; die Vakuolisirung des Plasmas wird so ausserordentlich fein, dass sie mit den stärksten Vergrösserungen nur gerade noch wahrgenommen wird (Fig. 15). Bei schwächeren Vergrösserungen erscheint das Plasma der jungen Mikrogametocyten daher ganz homogen oder nur ganz gleichmässig fein granulirt. Ferner ist für dieselben charakteristisch, dass in gefärbten Präparaten (Karmine, Hämatoxyline) das Plasma sich viel stärker färbt (und beim Ausziehen mit Säuren die Farbe länger behält), als bei allen anderen Stadien der Parasiten, was vielleicht darauf zurückzuführen ist, dass der Mikrogametocyt für seine enorme Kernproduktion bei der Mikrogametenbildung schon frühzeitig bei seinem Wachsthum Chromatin im Plasma aufspeichert. Ich erinnere hierbei daran, dass auch die Mikrogametocyten der Malariaparasiten sich mit Kernfarbstoffen dunkler tingiren als die Makrogameten und Schizonten.

Mit der Zunahme der Färbbarkeit der jungen Mikrogametocyten geht die Resorption der stark lichtbrechenden Körnchen, die der ♂ Merozoit mitgebracht hatte, Hand in Hand. Ich habe die Vorstellung gewonnen, dass diese stark lichtbrechenden Körnchen, welche die männlichen Schizonten während ihres Wachsthums produziren, vielleicht Reservestoffe sind, die bei der Differenzirung der Gameten gebraucht werden. Es ist denkbar, dass die Parasitenzelle durch ihr einfaches Wachsthum auf Kosten der Wirthszelle nicht genügendes Material für die aussergewöhnliche Produktion von Kernsubstanzen erhält und daher schon die früheren Generationen einen Ueberschuss dieses Materials unter anderer kondensirter Form aufspeichern, um es solange unverwerthet mit zu tragen (cf. die gleichmässige Vertheilung auf die Merozoiten bei der Schizogonie), bis im gegebenen Moment (wodurch die Differenzirung

ausgelöst wird, wissen wir nicht) die männlichen Elemente schnell produzirt werden müssen.

Schon während des Wachsthums des Mikrogametocyten beginnen Kernveränderungen, die allmählich zur Kernvermehrung führen. Das Karyosom wächst nicht wie bei den männlichen Schizonten zu einem grossen kugeligen Körper heran, sondern es vermehrt sich fortgesetzt durch Zweitheilung, während das im Kernraum enthaltene Chromatin immer feinkörniger wird (Fig. 15). Wenn der Mikrogametocyt erwachsen ist, wird das Centrum desselben dicht von zahlreichen kugeligen Tochterkaryosomen erfüllt, die von staubförmigem Chromatin eingeschlossen sind. Die Kernmembran (oder die Verdichtung des peripheren Chromatinnetzes) ist verschwunden und allmählich zerstreuen sich die Chromatinkörnchen wie die Karyosome im ganzen Plasma (Fig. 16 zeigt den Beginn dieses Vorganges). Die Karyosome versammeln sich bald an der Oberfläche der Zelle und vertheilen sich in gleichmässigen Abständen. Um dieselben häufen sich in hellen Höfen kleine Chromatinkörnchen an, die sich immer schärfer absondern und dichter gruppiren, sodass schliesslich die ganze Oberfläche des Mikrogametocyten mit gleichartigen, sternförmigen Kernen bedeckt ist (Fig. 17). Die Kerntheilung ist hiermit vollendet.

Es ist dies eine Art der multiplen Kerntheilung, die in mannigfaltigen Variationen von mir bei den verschiedensten Protozoen beobachtet wurde; in ganz ähnlicher Weise wie hier haben Siedlecki und ich sie bei *Adelea ovata* beobachtet. Viele andere Autoren haben seither ähnliche multiple Kernvermehrungen bei den Sporozoen und Rhizopoden beschrieben. Auch bei *Coccidium schubergi* habe ich eine Art der multiplen Kernvermehrung (1900, p. 235—239) sehr eingehend beschrieben; dieselbe unterscheidet sich aber von der hier geschilderten und der von *Adelea ovata* und *Coccidium lacazei* bekannten sehr wesentlich. Bei den letzten Formen geht der Kernvermehrung eine Vermehrung des Karyosoms durch Theilung oder Knospung voraus und die zuerst an die Peripherie der Zelle wandernden Tochterkaryosome dienen als Sammelstellen für das Chromatin der Tochterkerne, indem sie wie Attraktionscentren wirken. Bei *Coccidium schubergi* hingegen betheiligt sich das Karyosom sehr wenig an der Kernvermehrung (es scheint nur etwas Chromatin abzugeben), es bleibt vielmehr ruhig im Centrum der Zelle zurück, während die anderen Kernbestandtheile an die Peripherie wandern, und geht später zu Grunde (Reduktion der Kernsubstanz?).

Nachdem die Kernvermehrung beendet ist, beginnt die Differenzirung der einzelnen Kerne zu den Mikrogameten. Das Chromatin häuft sich immer dichter an, die einzelnen Kerne werden kompakter (Fig. 18), sodass man in ihnen nur noch wenige helle Kernsaftlücken wahrnimmt. Durch denselben Prozess wie bei *Coccidium schubergi* nimmt die abgeflachte, etwas in die Länge gestreckte Mikrogametenanlage etwas Protoplasma in das Innere des Kerns auf. Bevor das aber stattfindet, kann man am lebenden wie konservirten Präparat an jedem Kern einen interessanten Vorgang beobachten, der vielleicht als Kernreduktion aufzufassen ist. Im Leben sieht man, wie einzelne Kerne sich sehr langsam in die Länge strecken (das Kerngerüst zeigt noch einige Vakuolen und lässt das glänzendere Karyosom deutlich erkennen) und etwas einkrümmen. In der Konkavität, die meist dem Centrum der Zelle zugekehrt ist,

erscheint plötzlich, wie herausgeschnellt, das Karyosom; dasselbe wird zuweilen so heftig ausgestossen, dass es 1—2 μ in den Plasmakörper der Zelle eindringt. Fast alle Kerne entledigen sich gleichzeitig dieses Körpers; in einer Viertelstunde ist der Prozess überall vollendet. Fig. 19 zeigt einen Mikrogametocyten, der gerade während der Karyosomausstossung fixirt wurde. — Während die Kerne sich in die Länge strecken, nehmen sie an Stelle des Karyosoms etwas Plasma in das Innere auf. Die ausgestossenen Karyosomen gehen allmählich zu Grunde, indem sie körnig zerfallen und schliesslich im Plasma aufgelöst werden. Die Ausbildung von 2 Geisseln und die Ablösung von dem grossen Restkörper des Mikrogametocyten erfolgt in derselben Weise wie bei *Coccidium schubergi*; ich verweise daher nur auf die ausführliche Schilderung, die ich von diesen Vorgängen früher gegeben habe (1900, p. 240—241). Fig. 20 und 21 zeigen die zwei letzten Stadien der Mikrogametenentwicklung. In Fig. 20 sieht man die Kerne schon in der Gestalt der fertigen Mikrogameten; zwischen denselben erkennt man noch die zerfallenden Karyosomtheile. In Fig. 21 haben sich die Mikrogameten von dem kugeligen Restkörper gelöst und schwärmen in der grossen Kernhöhle der Wirthszelle umher; dann durchbrechen sie die Kernmembran und zerstreuen sich im Darmlumen, um die Makrogameten aufzusuchen und zu befruchten.

Der ganze hier geschilderte Vorgang der Mikrogametenbildung stimmt im Allgemeinen so vollständig mit dem bei anderen Coccidien beobachteten überein, dass ich auf eine ausführlichere Schilderung verzichten konnte. Abweichend und von besonderem Interesse ist nur die Ausstossung der Karyosome aus den Kernen. Es sind bei mehreren genauer studirten Coccidien Angaben über Verringerung der Kernsubstanz vor der Bildung der Mikrogameten gemacht worden; bisher lassen sich diese Angaben aber noch nicht zu einem einheitlichen Bilde zusammenfassen; nur soviel scheint daraus hervorzugehen, dass diese Vorgänge eine ausserordentliche Variabilität und Verschiedenheit bei diesen scheinbar nahe verwandten Organismen aufweisen. Bei *Adelea ovata* allein erinnert das zu Grunde gehen von 3 Kerntheilen an die Reduktionsvorgänge bei den höheren Thieren. Die Rolle des als Karyosom bezeichneten Kernbestandtheils bleibt aber vorläufig ganz räthselhaft. Bei *Coccidium schubergi* geht das Karyosom schon vor der Bildung der Makrogametenkerne zu Grunde, ohne sich an der Kernvermehrung zu betheiligen, bei *Cyclospora caryolytica* wird es auf die Mikrogametenkerne vertheilt, dann aber ausgestossen, endlich bei *Coccidium lacazei* bleibt es bis nach der Befruchtung in den Mikrogameten erhalten, scheint dann aber auch zu Grunde zu gehen. Diese hier nur provisorisch aufgestellte Reihe giebt uns vielleicht die Hoffnung, dass wir bei genauestem Studium anderer Coccidien allmählich doch eine Vorstellung von der Bedeutung des Karyosoms gewinnen. Ich will noch hervorheben, dass der Kopulationskern (das aus Verschmelzung des Makrogameten- und Mikrogametenkerns entstandene Synkaryon) bei keiner der von mir untersuchten Formen ein Karyosom aufweist; dieses Gebilde fehlt auch allen Kernstadien der Sporogonie bis zu den Sporozoiten. Wie wir gesehen haben, bildet es sich aber bei allen Stadien der ungeschlechtlichen Vermehrung, um bei den verschiedenen Kernvermehrungsvorgängen eine verschiedene Rolle zu spielen. Ueber mögliche

Homologien[1]) mit Kernbestandtheilen der Metazoenzellen und anderer Protozoen können wir vorläufig auch nichts sicheres aussagen. Ob z. B. das „nukleolusähnliche Knötchen" der Malariaparasiten mit dem Karyosom der Coccidien zu vergleichen ist, scheint mir nach den eingehenden Untersuchungen Grassi's (1900) auch noch fraglich; ein Unterschied besteht schon darin, dass bei den Malariaparasiten auch bei der Sporogonie das „nukleolusähnliche Knötchen" stets vorhanden ist. Grassi (1901, p. 160) betont ausdrücklich, dass das „nukleolusförmige Knötchen" der Mononten (Schizonten meiner Nomenklatur) dem „nukleolusförmigen Knötchen" der Amphionten (= Sporonten) entspricht. Ueber die Bedeutung dieses Gebildes ist auch Grassi zu keiner Vorstellung gelangt. Er sagt (p. 160): „Leider habe ich keine Thatsachen zur Hand, die mir gestatteten, auf die physiologische Bedeutung des nukleolusförmigen Knötchens (Karyosom von Schaudinn) einzugehen. Ich kann nur im Allgemeinen sagen, dass das nukleolusförmige Knötchen, d. h. das Karyosom viele Varietäten darbietet, in welchen auch diejenige der Malariaparasiten mit inbegriffen wird."

Die ausgebildeten, frei umherschwärmenden Mikrogameten von *Cyclospora caryolytica* sind verhältnissmässig gross und lassen daher einige Details leichter erkennen als die Mikrogameten anderer Coccidien. Sie sind 9—10 μ lang bei einer grössten Dicke von 1—1½ μ (Fig. 21a—c). Sie besitzen wie die Mikrogameten verschiedener anderer Coccidien (die vergleichende Litteraturübersicht über den Bau der Mikrogameten der Coccidien findet sich in meiner Coccidien-Monographie, 1900, p. 242—249) zwei Geisseln, die hier wie bei *Barouxia caudata* (cf. Léger 98b) beide am Vorderende dicht hinter der kleinen Spitze (Rostrum Léger's) entspringen. Auch von Wasielewski (98) hat bei *Coccidium oviforme* und einer Coccidie des *Lithobius*-Darms die vordere Insertion der Geisseln angegeben. Bei *Echinospora, Coccidium schubergi* und *lacazei* hingegen haben Léger (98c) und ich (1900, p. 245) eine vordere und eine hintere Geissel beschrieben; die hintere funktionirt bei *Coccidium schubergi* wie die Schleppgeissel der Flagellaten, nur die vordere ist bei der Bewegung nach vorn gerichtet. *Cyclospora caryolytica* bildet einen interessanten Uebergang zwischen diesen beiden verschiedenen Arten des Geisselansatzes. Auch hier ist eine Geissel (cf. Fig. 21a—c) immer nach hinten gerichtet und scheint mit der konvexen Seite des Mikrogameten eine Strecke weit verwachsen zu sein (Fig. 21b). Bei den lebenden Mikrogameten oder auch an ungefärbten Glycerinpräparaten hebt sich die Ansatzstelle der Geisseln als stärker lichtbrechendes Körnchen von dem übrigen Körper des Mikrogameten deutlich ab (Fig. 21a, b), bei den gefärbten Mikrogameten tingirt sich der Körper, der ja fast nur aus Kernsubstanz besteht, so gleichmässig dunkel, dass dieses Körnchen nur selten als differente, dunklere Stelle (zuweilen z. B. bei Eisenhämatoxylintinktion nach starkem Ausziehen des Farbstoffs) hervortritt. Es erinnert an die „Geisselwurzel" der Trypanosomen, die Wasielewski und Senn (1900) unter diesem Namen als lokomotorisches Centrum auffassen, während Laveran und Mesnil (1900) dieses Körnchen „Blepharoplast" nennen und es mit dem Centrosom

[1]) Cuénot (1900, p. 606) homologisirt den Nucleolus der Gregarinen mit dem Keimfleck der Metazoeneier.

der Metazoen-Spermatozoiden vergleichen. Bei Coccidien ist ein solches Körnchen bisher nicht beobachtet worden.

Bei den Homogameten der Gregarinen beschreibt aber Léger (1901) auch ein Korn, welches im Plasma dicht hinter dem Kern gelegen ist und sich mit Eisenhämatoxylin schwarz färbt; er konnte die Geissel durch das Plasma bis zu demselben verfolgen. Bezüglich der Auffassung dieses Gebildes schliesst er sich ganz der Ansicht von Laveran und Mesnil an, die es mit dem Centrosom der Metazoenzellen homologisiren. Schon im Jahre 1894 habe ich selbst bei den Gameten von *Hyalopus dujardini* ein ähnliches Korn beschrieben. Meine damalige Notiz lautet: „Der Kern liegt im vorderen Theil des Schwärmers, dann folgt eine halbkugelige Kalotte hyalinen Plasmas. Bei sehr starker Vergrösserung zeigt dasselbe einen vakuolären Bau. Die Waben sind sowohl um den Kern, als an der Oberfläche radiär angeordnet und erscheinen daher im optischen Durchschnitt als regelmässige Alveolarsäume. In der Mitte der Plasmakalotte liegt stets eine grössere Vakuole und in der Nähe derselben ein dunkles Korn, welches vielleicht die Bedeutung eines Centrosoms hat." Diese Beschreibung und die Abbildung, die ich damals (in Naturwissenschaftl. Wochenschrift, v. IX. Nr. 14, p. 169, Fig. V, VI) gegeben habe, stimmt gut mit der neuesten Beschreibung, die Léger von den Gameten der Gregarinen giebt, überein. An meinen alten Präparaten habe ich auch nach Färbung mit Eisenhämatoxylin die Verbindung der Geissel mit dem von mir als Centrosom gedeuteten Korn nachweisen können, sodass die Uebereinstimmung der Gregarinengameten mit den Gameten jenes niederen Rhizopoden ganz frappant ist. Es mehren sich überhaupt die Angaben über Beziehungen der Gregarinen zu den Rhizopoden in neuester Zeit. Besonders hat Siedlecki die grosse Aehnlichkeit der Fortpflanzungsvorgänge bei den Gregarinen mit *Trichosphaerium* (Schaudinn, 99) betont und auch andere Organisationsverhältnisse (Tastpseudopodium seiner *Monocystis*, Tastpseudopodien von *Trichosphaerium*) verglichen. Vielleicht ergeben sich bei weiterem Studium noch andere Gesichtspunkte, um irgendwie begründbare Vorstellungen über die Phylogenie der Sporozoen zu gewinnen. Der anregende Versuch Mesnil's (99), unsere Kenntnisse über die Sporozoen zu einem Entwurfe der Stammesgeschichte zu verwerthen, zeigt recht deutlich die grosse Lückenhaftigkeit derselben.

Da in dem ganzen Entwicklungscyklus der Coccidien überhaupt kein Centrosoma auftritt, würde ich es für sehr gewagt halten, dies glänzende Körnchen an der Geisselbasis der Mikrogameten von *Cyclospora caryolytica* für ein Homologon des Centrosomas zu erklären. Wahrscheinlicher ist die Annahme, dass dem Protoplasma überhaupt die Fähigkeit innewohnt, wo es Noth thut, Verdichtungen zu bilden und dass auf diese Weise auch zur Stütze der Geisseln eine dichtere Stelle im Plasma angelegt wird.

Léger (98c) hatte bei den Mikrogameten von *Echinospora* angegeben, dass die hintere Geissel auf der konvexen Seite etwas vor der hinteren Spitze entspringt. Bei *Cyclospora* trifft dies auch zu, wie man besonders deutlich bei starker Krümmung des Mikrogameten (Fig. 21b) beobachten kann. Die Geissel ist also nicht auf der ganzen Länge des Mikrogameten mit der Oberfläche desselben verwachsen; bei *Coccidium schubergi* scheint dies aber der Fall zu sein (cf. 1900, p. 246). Die Art der Bewegung der Mikrogameten ist bei *Cyclospora* dieselbe wie bei *Coccidium schubergi*.

5. Die Differenzirung und Reifung der Makrogameten.

Die Differenzirung der weiblichen Merozoiten zu den Makrogameten beginnt, wie im vorigen Abschnitt erwähnt wurde, zugleich mit der Mikrogametocytenbildung. Da die Mikrogametocyten schneller wachsen als die Makrogameten, befinden sich die letzteren gewöhnlich erst in den letzten Stadien ihres Wachsthums oder in den Vorbereitungen zum Reifungsprozess, wenn die ersten bereits die Mikrogameten bilden, sodass man am 6. Tage nach der Infektion Bilder erhält, wie Fig. 24 (Taf. XIII) es darstellt; das ganze Epithel erfüllt von Mikrogametocyten in allen Stadien der Kernvermehrung zur Mikrogametenbildung, reife Mikrogameten und daneben die verschiedensten Wachsthumsstadien der Makrogameten. Stadien der Schizogonie findet man nicht mehr, oder nur ganz vereinzelt, alle ungeschlechtlichen Formen haben sich in die Geschlechtsformen differenzirt.

Die Makrogameten zeichnen sich vor allen anderen Stadien des Zeugungskreises durch den reichlichen Besitz von dotterartigen Reservestoffen aus, die so dicht wie bei den Eiern der Metazoen die Zelle erfüllen. Da der Makrogamet schon sehr frühe bei seinem Wachsthum diese Reservestoffe aufspeichert, ist er bereits in den jüngsten Stadien seiner Entwicklung leicht von den Mikrogametocyten und Schizonten zu unterscheiden. Im Bau seines Plasmas stimmt er mit dem weiblichen Schizonten überein, das heisst, er ist grob vakuolisirt. Während bei den letzteren aber die Vakuolen nur von heller Flüssigkeit erfüllt sind, enthalten sie beim Makrogameten die Reservestoffkörner.

Bei den jüngsten Makrogameten findet man die ersten und kleinsten dieser Granula in der Nähe des Zellkerns, von hier scheinen sie, grösser werdend, nach der Peripherie befördert zu werden. Sie haben bei unserer Form eine hell gelblichbraune Färbung und sind stark lichtbrechend (aber nicht so stark, wie die glänzenden Körner der männlichen Schizonten; in Canadabalsam verlieren sie daher ihr starkes Lichtbrechungsvermögen und sind nur an ihrer gelbbraunen Färbung zu erkennen). Die grössten von ihnen erreichen einen Durchmesser von 2 μ, während die kleinsten staubförmig feine Granulationen darstellen. In ihrem chemischen Verhalten zeigen sie keine abweichenden Merkmale von anderen Coccidien (cf. 1900, p. 250), ohne sich genauer definiren zu lassen.

Die Einwirkung des heranwachsenden Makrogameten auf die Wirthszelle ist dieselbe wie bei den andern Entwicklungsstadien (Fig. 23). Im allgemeinen kann man sagen, dass die ausgewachsenen Makrogameten kleiner bleiben als die Schizonten und Mikrogametocyten, was vielleicht dadurch bedingt ist, dass die letzteren alles von der Wirthszelle gelieferte Nährmaterial zum Ausbau ihres Körpers verwenden können, während die Makrogameten einen grossen Theil desselben als Reserve für die Zukunft aufspeichern; ihr langsameres Wachsthum erklärt sich auch wohl hieraus. Die hämatoxylinophilen Granula, welche ich bei den Makrogameten von *Coccidium schubergi* beobachtet habe, konnte ich bei *Cyclospora* nicht auffinden.

Von besonderem Interesse sind die Veränderungen, welche der Zellkern während des Wachsthums des Makrogameten erleidet. Schon bei ganz jungen Stadien verliert

der Kern seine scharfe Begrenzung, das Chromatin, welches bei allen anderen Stadien des Entwicklungscyklus in Gestalt feiner Körnchen in den Knotenpunkten eines Lininnetzwerks suspendirt ist, scheint gelöst zu werden; man bemerkt bei etwas grösseren Makrogameten auch mit den stärksten Vergrösserungen keinerlei Struktur ausser dem Karyosom, das als scharf begrenzte Kugel in einer diffus sich färbenden, amöboid in das Plasma übergehenden Kernsaftmasse liegt (Fig. 25). Diese Figuration behält der Kern während der längsten Zeit des Wachsthums des Makrogameten. Im Leben ist dieser Kern besonders leicht zu erkennen; das glänzende Karyosom leuchtet deutlich aus der ganz blassen, unregelmässig von den Reservekörnchen begrenzten Kernhöhle hervor. Wenn die Makrogameten beinahe herangewachsen sind, beginnt das Karyosom sich in die Länge zu strecken und hantelförmig einzuschnüren (Fig. 26). Dieser Prozess verläuft so langsam, dass ich vom Beginn der Einschnürung bis zum vollständigen Zerfall desselben in zwei Hälften zwei Stunden warten musste. Ebenso langsam schreitet dann die weitere Theilung der Tochterkaryosome fort (Fig. 26—30); es entstehen 4, 8, 16, 32. Soweit konnte ich auf Präparaten die Vermehrung verfolgen; dann aber werden die Theilchen immer kleiner und erfüllen schliesslich in so grosser Zahl den Kernsaft, dass an ein Zählen nicht mehr zu denken ist. Der Kernsaft, der beim Beginn der Karyosomvermehrung mit Kernfarbstoffen diffus färbbar war, scheint während der Theilung der Karyosome allmählich weniger färbbar zu werden; es ist denkbar, dass er Chromatin gelöst oder fein vertheilt enthält und dasselbe an die Theilchen des Karyosoms abgiebt.

Die Zertheilung des Karyosoms (Fig. 25—30) nahm bei der Beobachtung des lebenden Objekts in einem Fall eine Zeit von fast 13 Stunden in Anspruch, in einem zweiten sogar 15 Stunden. In beiden Fällen lieferten das Beobachtungsmaterial Fäces des Maulwurfs; bei akutem Krankheitsverlauf werden also mit den abgestossenen Epithelfetzen auch die noch nicht reifen Gameten mit dem Stuhl entleert, man kann daher bei dieser Form so bequem wie bei keiner der bisher untersuchten die Reifung und Befruchtung in den dünnflüssigen Fäces studiren, in denen sie ganz normal weiter verlaufen kann. Die Anwendung des heizbaren Objekttisches zum Studium dieser Vorgänge ist auch entbehrlich. Bei nicht so heftigem Verlauf der Krankheit spielen sich die hier geschilderten Vorgänge wie bei andern Coccidien im Darmkanal ab und werden erst die mit der Cystenhülle versehenen Sporonten entleert.

An die Auflösung des Karyosoms schliessen sich zwei kurz aufeinander folgende Kerntheilungen, die zur Bildung von zwei zu Grunde gehenden Kernen führen. Diese Kerntheilungen, die ja als Reduktionstheilungen im Reiche der Metazoen schon lange und in neuerer Zeit auch bei den Protozoen bekannt geworden sind, beenden den Reifungsprozess des Makrogameten, der während der Karyosomtheilung seine volle Grösse erreicht und die Gestalt eines Rotationsellipsoids angenommen hat.

Die staubförmigen, feinen Chromatinpartikel, die durch die wiederholte Theilung des Karyosoms entstanden sind und unregelmässig zerstreut den Kernraum erfüllen (Fig. 30), sammeln sich im Centrum desselben dichter zusammen und verschmelzen anscheinend miteinander zu einer dicken Platte, die nur noch wenige Lücken aufweist und eine Zusammensetzung aus Chromosomen nicht erkennen lässt (Fig. 31).

Differenzirungen irgend welcher Art, die an die Mitose erinnerten, wie Spindelfasern, Centrosomen etc. habe ich trotz vieler Mühe an dieser primitiven Aequatorialplatte nicht entdecken können, weder am lebenden noch nach den verschiedensten Methoden gefärbten Objekt. In der Mitte dieser Platte treten dann vakuolenartige Lücken auf, die miteinander verschmelzen und so allmählich die Spaltung derselben herbeiführen (Fig. 32). Die beiden Tochterplatten rücken auseinander, indem sie sich hierbei unregelmässig zusammenfalten und einkrümmen (Fig. 33). Zwischen ihnen bleibt ein färbbarer Verbindungsfaden längere Zeit bestehen, der beim weiteren Auseinanderrücken der Kernhälften von beiden abreisst und in der Mitte zwischen denselben zu einem dem sog. „Zwischenkörper" ähnlichen Gebilde zusammenschrumpft (Fig. 34). Da die Kerne ja nur einen Durchmesser von 3—4 μ haben, kann man selbst mit den stärksten Vergrösserungen keine weiteren Einzelheiten und Feinheiten an ihnen wahrnehmen, als die Figuren 31—34 es zeigen.

Schon während des Auseinanderrückens der beiden Kernhälften schien es mir, als ob eine derselben mehr zusaammengeschrumpft wäre; nach ihrer vollständigen Trennung rundet sich dieser kleinere Tochterkern kugelig ab, wird ganz kompakt und umgiebt sich mit einem hellen Hof (Fig. 35 R.); er stellt den ersten Reduktionskörper dar.

Die Stellung der ersten Reduktionsspindel ist immer parallel zur Längsachse des Makrogametenkörpers, meist liegt ihre Längsachse sogar in derselben; dasselbe gilt für die zweite Kernspindel (Fig. 35), die sofort nach der ersten Kerntheilung gebildet wird und zwar erfolgt die Umwandlung des eben getheilten unregelmässig klumpigen Kerns in eine hantelförmige Spindel (Fig. 35), ohne dass vorher ein der Aequatorialplatte der ersten Kerntheilung ähnliches Stadium durchlaufen wird, durch einfache Einschnürung. Auch hier scheint mir wieder der für den Untergang bestimmte Kerntheil kleiner zu sein (Fig. 35). Nach Abschnürung des zweiten Reduktionskörpers lockert sich das Chromatin des reduzirten Kerns auf und es treten wieder gesonderte Chromatinkörnchen und die Andeutungen eines Kerngerüstes auf. Der zweite Reduktionskern bleibt ebenso wie der erste im Plasma, er rundet sich ebenfalls kugelig ab und wird wie der erste in eine helle Vakuole eingeschlossen (Fig. 36). Ganz allmählich schrumpfen diese beiden Reduktionskörper immer mehr zusammen (Fig. 37, 38) und verschwinden schliesslich nach Beendigung der Befruchtung vollständig.

Der hier geschilderte Reifungsprozess der Makrogameten von *Cyclospora caryolytica* stimmt in seinen groben Zügen vollständig mit der Bildung der Richtungskörper bei den Metazoen und unter den Protozoen mit den Reduktionstheilungen vor der Kopulation der Heliozoen (*Actinophrys*, *Actinosphaerium*) überein. Bei Coccidien sind ähnliche Reduktionstheilungen vor der Befruchtung bisher nur in einem Falle bekannt geworden, bei den Mikrogametocyten von *Adelea ovata* (cf. Schaudinn und Siedlecki [98], Siedlecki [99]), geht der Kern einen ähnlichen Viertheilungsprozess ein, nur der vierte Theil des ursprünglichen Kerns gelangt zur Befruchtung. Interessanter Weise hat auch Siedlecki (99) Differenzen zwischen der ersten und zweiten Reduktionstheilung aufgefunden. Ebenso wie hier bei *Cyclospora* bietet die erste Theilung Anklänge an die Mitose; während die zweite eine einfache Durchschnürung darstellt, was Siedlecki

zu der Idee führte, dass die erste Theilung die Quantität des Chromatins, die zweite die Anzahl der Chromosomen reduzire, eine Ansicht, über die aus Mangel an Thatsachen nicht diskutirt werden kann.

Bei den übrigen bisher genauer studirten Coccidien sind ähnliche Reduktionstheilungen nicht beobachtet worden, bei manchen derselben sind sie auch entschieden nicht vorhanden, z. B. bei *Coccidium schubergi* und *lacazei*, bei *Benedenia* und den Makrogameten von *Adelea*. Häcker's (99) Hoffnung, dass „doch einmal erweiterte Untersuchungen zur Kenntniss eines dem Viertheilungsprozess der Mikrogametocyten (der *Adelea*) entsprechenden Theilungsvorgangs im Makrogameten" führen könnten, dürfte für die erwähnten Formen nicht in Erfüllung gehen. Ebenso gross wie die Verschiedenheiten der Kernverhältnisse bei den Coccidien sind, scheinen es auch die Reifungsvorgänge zu sein. Bei *Coccidium schubergi* habe ich ausdrücklich betont, dass ausser der dort im Leben beobachteten Ausstossung des Karyosoms „eine andere Reduktion, etwa wie bei andern Protozoen (Heliozoen) und den Metazoen durch Kerntheilung sicher nicht stattfinde", denn ich habe die Makrogameten, Stadium für Stadium, kontinuirlich bis zur Befruchtung verfolgt. Dasselbe gilt für die Makrogameten von *Adelea*, wo auch ausser der Ausstossung eines Theils der Kernsubstanz nichts anderes wahrgenommen wird.

Im Allgemeinen kann man nur sagen, dass bei allen genauer studirten Coccidien vor der Kopulation eine Verminderung der Kernsubstanzen in den Gameten stattfindet, dass dieser Vorgang sich aber bei den einzelnen Formen in sehr verschiedener Weise und zu verschiedenen Zeiten abspielt. Bei *Coccidium schubergi* stossen die Makrogameten den als Karyosom bezeichneten Kerntheil aus, bei den Mikrogametocyten geht er ebenfalls zu Grunde. *Coccidium lacazei* behält das Karyosom in den Makrogameten bis zur Befruchtung, um es dann aufzulösen und einen Theil des Kerns auszustossen, bei den Mikrogametocyten wird es auf die Mikrogameten vertheilt, dann aber von den letzteren bei der Karyogamie ausgestossen; ähnlich scheint es bei *Coccidium proprium* (Siedlecki [98]) zu sein, doch dürfte die Ausstossung der Kernsubstanzen hier noch später erfolgen. Bei *Adelea ovata* stösst der Makrogamet einen Theil der Kernsubstanz vor der Befruchtung aus, aber nicht das Karyosom. Bei *Cyclospora* stossen die Mikrogameten vor der Befruchtung, bei ihrer Differenzirung auf der Oberfläche des Mikrogametocyten, ihre Karyosome aus, während der Kern des Makrogameten durch Viertheilung und Zugrundegehen zweier Hälften reduzirt wird. Endlich finden wir bei *Adelea* denselben Vorgang, aber bei den männlichen Zellen, den Mikrogametocyten und bei dieser Gattung auch noch Verschiedenheiten insofern, als bei *Adelea ovata* die Reduktion mit der Kopulation zeitlich verbunden ist (sie findet erst nach der Zusammenlagerung der Gameten statt), während sie bei *Adelea Mesnili* (Pérez, 99) früher stattfinden kann „indépendemment de tout accolement du microgametocyte à un macrogamète." Aehnlich wie bei *Adelea* scheint es nach Laveran (98) bei *Klossia helicina* zu sein, nur scheinen hier mehrere Mikrogametocyten sich dem Makrogameten aufzulagern und dann die mit der Mikrogametenbildung verbundene Reduktion vorzunehmen.

Die wenigen Beispiele dürften genügen, um die Verschiedenheit dieser Kern-

verminderungsvorgänge darzuthun. Bei weiterem Studium werden sich vielleicht Uebergänge finden lassen und weitere Modifikationen uns vielleicht den Weg weisen, den die Phylogenie der Reifungserscheinungen bei den Protozoen genommen. Denn ebenso wie bei der Kerntheilung bin ich auch hier der Ueberzeugung, dass die Mannigfaltigkeit der vorkommenden Modifikationen darauf hindeutet, dass diese Vorgänge, welche bei den Metazoen einen feststehenden Typus angenommen haben (Mitose der Kerne, Richtungskörperbildung bei der Befruchtung), bei den Protozoen erst in der Ausbildung begriffen sind. Die Phylogenie der Befruchtung wird ebenso wie die der Kerntheilung nur bei den Protozoen studirt werden können. Darum halte ich es für verfehlt, wenn manche Forscher, um eine Theorie, die bei dem Studium der Metazoen gewonnen wurde, auf die Protozoen auszudehnen, alle Befunde, die bei den letzteren gemacht werden, dem bei den ersteren gewonnenen Schema einzuordnen versuchen und wenn dies nicht gelingt, die Thatsachen umdeuten oder ohne Grund an der Richtigkeit der Beobachtungen zweifeln. — Die Eintheilung der Kernverminderungsvorgänge in Epurations- und Reduktionsvorgänge (Cuénot, Siedlecki u. a.) scheint mir, wie ich bereits in meiner *Coccidium*-Monographie auseinandersetzte, vorläufig überflüssig, weil wir ja noch nichts Sicheres über die physiologische Bedeutung dieser Erscheinungen wissen und die verschiedenen Vorgänge bei unseren geringen Kenntnissen nicht homologisiren können.

6. Die Befruchtung.

Nachdem die Reifung des Makrogameten durch die Reduktionstheilungen beendet ist, rückt der Kern einem Pole des ellipsoidalen Körpers der Zelle näher; dieser Pol ist der Kopulationspol, hier dringt der befruchtende Mikrogamet ein. Ich habe ebenso wie bei *Coccidium schubergi* die Befruchtung wiederholt am lebenden Objekt beobachtet und mancherlei interessante Abweichungen von dem dort bekannten Modus gefunden. Bei *Coccidium schubergi* habe ich wahrscheinlich gemacht, dass die ausgestossene Kernsubstanz, das zerfallene Karyosom, die Mikrogameten chemotaktisch anlockt. Auch bei *Cyclospora* scheint mir die zu Grunde gehende, in Auflösung begriffene Kernsubstanz der Reduktionskerne ähnlich zu wirken. Die Mikrogameten versammeln sich stets erst auf der Oberfläche des Makrogameten, wenn die Reduktionskörper gebildet sind und anfangen, sich aufzulösen. Ich vermuthe, dass hierbei die Zelle einen Stoff (die in Lösung übergegangene Kernsubstanz der Reduktionskerne?) absondert, der in abnehmender Konzentration sich im Darmsaft ausbreitet und auf die Mikrogameten richtend wirkt (cf. die genauere Begründung 1900, p. 259). Im Hinblick auf diesen Gedankengang ist es interessant, dass die Mikrogameten sich auf der ganzen Oberfläche des Makrogameten ansammeln, was dadurch erklärt würde, dass die Hauptmasse der anlockenden Substanz sich im Innern der Zelle befindet und nach allen Seiten ihre Wirkung in gleicher Weise ausübt. Sobald der weibliche Kern an den Befruchtungspol gerückt ist, sieht man einen Theil der Mikrogameten sich hier dichter versammeln, es scheint als ob die Anziehungskraft dieses Kerns nun stärker wird, als die der zu Grunde gehenden Reduktionskerne. Der amöboide weibliche Kern sendet nach dem Kopulationspol einen Fortsatz fast bis zur Oberfläche der Zelle, es bildet sich hier ein kleiner hyaliner Vorsprung, ein Empfängnisshügel, an dem der

befruchtende Mikrogamet kleben bleibt (Fig. 36), er dringt mit Hülfe seiner Geisseln und durch Knickbewegungen seines Körpers ein und lagert sich dem weiblichen Kern auf. Während bei *Coccidium schubergi* der Makrogamet sofort nach dem Eindringen des bevorzugten Mikrogameten sich vor der Invasion weiterer Mikrogameten durch Ausscheidung der dicken Cystenhülle auf seiner Oberfläche schützt, findet bei *Cyclospora* die Bildung der Cystenhülle erst später statt, es dringen daher ausser dem zur Kopulation gelangenden Zellkern stets noch eine ganze Anzahl (8—14) Mikrogameten an verschiedenen Stellen in das Plasma des Makrogameten ein. Es dürfte dies der erste Fall von Polyspermie bei Protozoen sein. Aber ebenso wie bei der Polyspermie der Metazoeneier gehen die überschüssigen Spermatozoen normaler Weise zu Grunde, sie schrumpfen zusammen (Fig. 37), zerfallen in Brocken und werden allmählich resorbirt (Fig. 38, 39). Dass aber die Polyspermie Gefahren für den Organismus in sich trägt, soll in dem Abschnitt über die pathologische Degeneration der Sporonten von *Cyclospora* gezeigt werden. Während bei *Coccidium schubergi* die überschüssigen Mikrogameten ausserhalb der Kopula auf der Oberfläche der Cystenhülle absterben und ohne verwerthet zu werden, allmählich zerfallen, scheint bei *Cyclospora* die Kopula die überschüssigen männlichen Elemente als Nährmaterial zu verwenden. Ich erinnere hierbei an die interessanten Untersuchungen von Berlese (98, 99), über die Verwerthung der überschüssigen Spermatozoen als Nährmaterial bei einigen Hemipteren, wo komplizirte Organe nur die Aufgabe zu haben scheinen, die nicht zur Befruchtuug gelangenden Spermatozoen zur Lösung und Resorption zu bringen, ein Vorgang, der bei *Cyclospora* schon von der einzelnen Zelle bewirkt wird.

Nachdem die Mikrogameten in den Makrogameten eingedrungen und im Plasma zur Ruhe gelangt sind, scheidet die Kopula auf ihrer Oberfläche die Cystenhülle aus und verwandelt sich hiermit in die Oocyste (Fig. 38). Der befruchtende Mikrogamet liegt auf der Oberfläche des weiblichen Kerns zu einem unregelmässigen Klumpen zusammengeballt (Fig. 37). Der weibliche Kern streckt sich allmählich in der Richtung der Längsachse der Zelle in die Länge und nimmt spindelförmige Gestalt an, während sein immer deutlicher werdendes Kerngerüst eine längsmaschige Konfiguration erhält. Ganz allmählich lockert sich auch das Chromatin des männlichen Kerns auf und nimmt, indem es mit dem des weiblichen vollständig verschmilzt, dieselbe Struktur an; es wird dann auch bei *Cyclospora* eine lang gestreckte Befruchtungsspindel gebildet (Fig. 38), wie bei allen anderen genauer bekannten Coccidien. Der männliche Pol ist bald nicht mehr von dem weiblichen zu unterscheiden; die in Reihen angeordneten Maschen (Alveolen) des Kerngerüstes erstrecken sich kontinuirlich von einer Spitze der Spindel bis zur andern. Der lange Bestand dieser Spindel, die man bei *Cyclospora* ebenso wie bei *Coccidium schubergi* vier bis fünf Stunden beobachten kann, ohne eine Veränderung wahrzunehmen, deutet vielleicht darauf hin, dass die vollständige Vermischung der männlichen und weiblichen Kernbestandtheile nur sehr langsam erfolgt. (Bei den Metazoenzellen bleiben sie oft ja noch viel länger von einander getrennt.)

Sechs bis sieben Stunden nach der Befruchtung hat sich der Kopulationskern, das Synkaryon (Lang) kugelig abgerundet und in die Mitte der Zelle begeben.

Die Reste der überschüssigen Mikrogameten und der Reduktionskerne sind fast vollständig resorbirt, der Inhalt der Oocyste hat sich kontrahirt und dabei von der Cystenwand losgelöst (Fig. 39). In diesem Zustand werden die Parasiten normaler Weise aus dem Darmkanal des Wirths entleert und machen die weitere Entwicklung, die Sporogonie in den Fäces durch. Wie aber bereits mehrfach erwähnt wurde, können die Parasiten schon vor der Befruchtung (bei den heftigsten, zum Tode führenden Krankheitsfällen) mit den Epithelfetzen den Darmkanal verlassen.

Ebenso wie Kernverhältnisse und Reifungserscheinungen bieten auch die Befruchtungsvorgänge der Coccidien mancherlei Variationen.

Bei *Cyclospora* wird nur ein Empfängnisshügel gebildet, die Cystenhülle tritt spät auf, Folge davon ist die Polyspermie; *Coccidium schubergi* bildet die Cystenhülle im Moment des Eindringens der Mikrogameten, der Empfängnisshügel verwandelt sich in eine Mikropyle. Bei *Coccidium proprium* besitzt der Makrogamet schon eine feste Hülle, es wird zum Einlassen des Mikrogameten eine Mikropyle gebildet u. s. w., kurz alle die verschiedenen Vorrichtungen, welche die Zellenlehre uns bei der Befruchtung der Metazoeneier kennen gelehrt hat, scheinen schon in der kleinen Gruppe der Coccidien in mehr oder weniger vollkommener Form verwirklicht zu sein.

7. Die Sporogonie.

Die Bildung der Sporoblasten, ihre Umwandlung in die Sporocysten und die Differenzirung der Sporozoiten erfolgt bei *Cyclospora caryolytica* in einer Zeit von 3—4 Tagen; die Beobachtung dieser Vorgänge in der feuchten Kammer bereitet keinerlei Schwierigkeiten. Die Färbung der Dauerstadien ist hingegen sehr schwierig, ich habe Kernfärbungen meist nur dadurch erzielen können, dass ich die Cysten 8—10 Tage in den Farbstoffen beliess; die Cystenhülle ist bei dieser Form augenscheinlich ganz besonders dick und undurchlässig. Im Allgemeinen vollzieht sich die Sporogonie in so übereinstimmender Weise mit der von *Coccidium*, dass ich bezüglich vieler Einzelheiten auf die ausführliche Schilderung in meiner *Coccidium*-Monographie verweisen kann.

Die Kerntheilung des Sporonten zur Sporoblastenbildung ist eine direkte (Fig. 40). Bei *Coccidium schubergi* rückte der Kern bei der Theilung an die Peripherie, hier bleibt er im Centrum liegen und theilt sich in einer Richtung, die senkrecht zur Längsachse der Zelle liegt (Fig. 40). Die Anordnung der Alveolen des Kerngerüstes in parallele Längsreihen ist bei der Kerntheilung ebenso deutlich ausgeprägt wie bei den andern Coccidien. Bei *Coccidium schubergi* begann der Zerfall in die Sporoblasten erst, nachdem die 4 Kerne gebildet waren. Hier setzt die Theilung schon ein, wenn die Tochterkerne noch durch eine Brücke verbunden sind (Fig. 41). Die Durchschnürung des Plasmas, die hier sehr an die äquale Furchung der Metazoeneier erinnert, erfolgt stets in der Längsrichtung (Fig. 41, 42). Es werden nur zwei Sporoblasten gebildet; während ihrer Theilung stösst die Zelle einige stark lichtbrechende Körnchen aus und kontrahirt sich in grösserem oder geringerem Maasse; bisweilen so stark, dass die Sporoblasten in der Cyste sich ganz verlagern können und die reifen Sporocysten die verschiedensten Stellungen einnehmen (Fig. 46a—d). Cysten, wie die

in Fig. 46a gezeichnete, hatten mich anfangs zur Vermuthung geführt, dass die Theilung des Sporonten in die Sporoblasten auch quer zur Längsachse erfolgen könne. Die wiederholte Beobachtung lehrte aber, dass auch bei später quer liegenden Sporocysten eine Längstheilung vorgegangen war; die Sporoblasten besitzen nämlich vor der Umformung in die Sporocysten eine geringe amöboide Beweglichkeit und können so ihre Lage zu einander verändern, aber nur wenn sie sehr klein sind und viel Raum in der Cyste haben. Gewöhnlich bleiben sie in der durch die Theilung gegebenen Lage (Fig. 42—46). Die Bildung der Restkörperanlagen durch Zusammenfliessen kleinerer, stark lichtbrechender Tröpfchen zu grösseren (Fig. 41—42), die dann in den Sporocysten sich zu zwei polständigen grossen Kugeln (Fig. 43) vereinigen, zeigt keine Abweichung von den Vorgängen, die ich bei *Coccidium schubergi* beobachtet habe.

Bei der Bildung der Sporocystenhülle nehmen die Sporoblasten stets die in Fig. 43 gezeichnete, charakteristische, spindelförmige Gestalt an. Die Schalenhaut der Sporocyste, die hier einfach ist, zeigt an beiden Polen eine knötchenartige Verdickung und lässt eine Nahtlinie sehr deutlich erkennen. Diese knötchenartige Verdickung an den Polen der Membran, die man als sogenanntes Stieda'sches Körperchen schon bei anderen Coccidien (*Coccidium cuniculi* und *falciforme*, aber nur an einem Pol) kennt, scheint aus einer anderen Substanz zu bestehen als die Membran; dieselbe wird ebenso wie die, welche die Nahtlinie bildet, bei dem Ausschlüpfen der Sporozoiten gelöst, während die Schalenhaut bestehen bleibt (Fig. 47).

Die Theilung des Sporocystenkerns, die Verschmelzung der Restkörperanlagen (Fig. 44) und die Differenzirung der Sporozoiten (Fig. 45—46) bietet keine besondere Abweichungen von *Coccidium schubergi* und kann ich daher auf eine ausführliche Schilderung verzichten (cf. 1900, p. 269—272).

Wenn man die reifen Cysten an einen Maulwurf verfüttert, so kann man nach $^1/_2$—2 Stunden das Ausschlüpfen der Sporozoiten im Anfangstheil des Dünndarms beobachten. Schon im Magen findet man Cysten, bei denen die Sporocysten sich geöffnet haben; im Duodenum wird dann ein kreisförmiges Loch an einem Pole der Cystenhülle gebildet, aus welchem die Sporozoiten auskriechen (Fig. 47). Bei Behandlung der Cysten mit Darmsaft, der verschiedenen Theilen des Darmtraktus entnommen war, gelang es mir nicht, die Restkörper zur Quellung und damit die Sporocysten zum Platzen zu bringen, es scheint mir hierzu die successive Einwirkung des Speichels und Magensaftes nothwendig zu sein.

Die reifen Oocysten der einzigen bisher bekannten Art von *Cyclospora*, der von Aimé Schneider (81) beschriebenen *C. glomericola* sind cylindrisch, 25—35 μ lang bei einer Breite von 9—10 μ. Die Höhle der Oocysten ist hier durch eine zweite, innere Cystenhülle, die sich an beiden Polen von der äusseren weit zurückgezogen hat, in drei Kammern getheilt; in der mittleren, grössten liegen die beiden Sporocysten. Hiernach ist unsere Art leicht von dem Typus der Gattung zu unterscheiden. Ein eingehender Vergleich der beiden Arten wird erst nutzbringend sein, wenn man etwas über die Entwicklung der Schneider'schen Art, von der bisher nur die Cysten bekannt sind, weiss.

8. Die Degeneration der Sporonten.

Schon bei meinen Untersuchungen an *Coccidium schubergi* war mir aufgefallen, dass nicht alle Sporonten sich in normaler Weise weiter entwickeln. Manche Cysten blieben einkernig und gingen allmählich durch körnigen Zerfall ihres Inhalts zu Grunde, während dicht neben ihnen gelegene, also doch höchst wahrscheinlich unter denselben äusseren Bedingungen befindliche, sich weiter entwickelten (1900, p. 263). Damals betonte ich bereits, es sei wenig wahrscheinlich, dass diese Entwicklungshemmung durch äussere Verhältnisse bedingt sei. Die inneren Gründe für diese Degeneration konnte ich aber nicht ausfindig machen.

Bei *Cyclospora* tritt diese Degeneration noch viel auffälliger in Erscheinung; besonders stark bei starken Infektionen. Wenn z. B. die Krankheit zum Tode des Maulwurfs führte, konnte ich beobachten, dass von den tausenden entleerten Cysten nur ein kleiner Prozentsatz sich normal entwickelte, während alle übrigen abstarben, ohne zur Sporogonie zu gelangen. Der Umstand, dass bei diesen starken Infektionen die Parasiten schon in jüngeren Stadien ihrer Entwicklung entleert werden, macht es leicht, die höchst interessanten und für die allgemeine Pathologie ausserordentlich wichtigen Degenerationsvorgänge im Innern der Zelle von Anfang an zu verfolgen.

Sie schliessen sich an die Bildung der Reduktionskörper an. Normaler Weise werden, wie wir gesehen haben, durch zweimalige Theilung des Makrogametenkerns zwei Kerne abgeschnürt, die zu Grunde gehen, indem sie sich kugelig abrunden, zusammenschrumpfen und allmählich resorbirt werden. Der Anfang der Degeneration der Zelle zeigt sich nun darin, dass die Reduktionskerne nicht sogleich absterben, sondern sich weiter theilen, während der reduzirte Kern degenerirt. Fig. 48 zeigt ein solches Stadium. Der reduzirte Kern (N) hat zwar sein Chromatin aufgelockert, ist aber kleiner als normaler Weise (cf. Fig. 36) und trifft keine Anstalten zum Empfang des Mikrogameten, d. h. er bleibt kugelig abgerundet. Die beiden Reduktionskerne sind gleichzeitig in Theilung durch einfache Durchschnürung begriffen (R). Nachdem die vier Tochterkerne sich getrennt haben, schreiten sie sofort wieder zur Theilung und zwar wieder gleichzeitig (Fig. 49). Doch macht auch diese Kernvermehrung keinen normalen Eindruck, die Kerne lockern ihr Chromatin nicht auf, sind unregelmässig gestaltet und lassen keine feinere Struktur erkennen. Nachdem die 8 Kerne sich von einander gelöst haben, kann der eine oder andere noch weitere Ansätze zur Theilung machen und es auch zur Durchschnürung bringen, in den meisten Fällen tritt aber schon jetzt die Befruchtung ein. Die Mikrogameten dringen von allen Seiten in die Zelle ein und jeder sucht sich einen Kern, um mit ihm zu kopuliren (Fig. 50).

Der pathologische Charakter der ganzen Vorgänge tritt aber immer deutlicher hervor, die Konturen der Kerne werden unregelmässiger, sie beginnen zu zerfallen, lockern sich nicht auf, sondern schrumpfen zusammen; auch die Mikrogameten, die nicht zur Verschmelzung mit Kernen gelangt sind, zerbröckeln schneller als bei der normalen Befruchtung. Trotz dieser Vorgänge im Innern des Plasmas ist die Zelle aber doch noch im Stande, eine Cystenhülle zu bilden (Fig. 51). Während ein Theil

der Kerne schon zerfallen ist und andere in Auflösung begriffen sind, findet man immer eine ganze Anzahl noch im Begriff, durch eine unregelmässige Durchschnürung, die aber doch noch immer deutlich den Charakter einer Korntheilung trägt, sich zu vermehren (Fig. 51). Manche bringen es zur Durchschnürung, andere zerfallen im Hantelstadium. Kurz die Bilder, welche diese Kernvermehrung und Auflösung bietet sind so mannigfaltig und variabel, dass man viele Tafeln damit anfüllen könnte. Sie erinnern lebhaft an die Erscheinungen der Karyolyse bei den Geschwülsten. Bald verliert auch das Protoplasma sein normales Aussehen, es treten braune Körner in ihm auf, seine Oberfläche wird unregelmässig höckerig; der Körper des Parasiten schrumpft stark zusammen und es beginnt der Zerfall. Derselbe erinnert bisweilen noch an einen Furchungsprozess, in dem um die noch erkennbaren grösseren Kernreste das Plasma sich in geringen Quantitäten anhäuft (Fig. 52). Die braunen Körper im Plasma, die ich für Umwandlungsprodukte nach seinem Absterben halte, nehmen zu, bis schliesslich die ganze Cystenhülle nur noch von unregelmässigen, braunen, glänzenden Schollen und Brocken erfüllt ist, die hier und da noch Chromatinreste in ihrem Innern erkennen lassen (Fig. 53). Diese verschwinden schliesslich auch, die Schollen werden dunkel, schwarzbraun, lösen sich von einander und bleiben lose zerstreut in der sonst leeren Cystenhülle liegen. Sie sind ausserordentlich widerstandsfähig gegen Säuren und Alkalien und bleiben lange Zeit in demselben Zustand, ohne weitere Veränderungen zu zeigen (Fig. 54). Ich halte sie für ähnliche Gebilde, wie die stark glänzenden Kugeln und Schollen bei der kolloiden Degeneration der Metazoenzellen.

Aehnliche Bildungen scheinen bei absterbenden Protozoen häufiger zu entstehen; bei Coccidien findet man z. B. oft in den Leberknoten, welche die Kaninchen-Coccidien bilden, den grössten Theil der Cysten von solchen braunen Schollen erfüllt. Jüngst hat auch Léger (1900) bei einer Coelom-Coccidie, die besonders im Fettkörper eines Käfers (*Olocrates abbreviatus Ol.*) ihren Sitz hat, gezeigt, dass die mit blossem Auge erkennbare braune Färbung des Gewebes von degenerirten Cysten herrührt. „Le corps de l'Olocrate infecté se faisait de suite remarquer par une pigmentation brunâtre bien visible à l'oeil après l'enlèvement des élytres. L'examen détaillé des différents organes me montra que cette pigmentation était localisée au tissu conjonctif et plus particulièrement au tissu graisseux qui était farci de kystes coccidiens. Parmi ceux-ci, un certain nombre étaient dégénérés, ayant subi une transformation d'apparence colloide avec coloration jaune brunâtre plus ou moins foncée de leur contenu, ce qui donnait au corps graisseux l'aspect pigmentée.“ Ueber die Ursachen, welche zu dieser kolloiden Degeneration führen, die vermuthlich recht verschiedener Art sein werden, ist nichts Genaueres bekannt geworden.

Da auch bei den Neoplasmen der höheren Thiere und des Menschen ähnliche pigmentartige Degenerationsprodukte (ich erinnere nur an die Sarkome) der Zellen häufig beobachtet sind, dürfte das vergleichende Studium der Ursachen dieser Plasmadegeneration bei den der Untersuchung leichter zugänglichen einzeln lebenden Zellen der Protozoen besonderes Interesse darbieten.

Im Hinblick auf die Neoplasmen scheinen mir schon die hier geschilderten

Ursachen der Degeneration von *Cyclospora* von einiger Bedeutung zu sein, insofern als sie zeigen, dass es auch ohne äussere Gründe, nur durch Störung des normalen Verhältnisses zwischen Kern und Protoplasma, zu Neubildungen in der Zelle kommen kann, die zum Untergang derselben führen.

Bekanntlich stehen sich bezüglich der Aetiologie der Geschwülste zwei Ansichten scharf gegenüber. Die eine nimmt als die Ursache der krankhaften Zellvermehrung und Degeneration spezifische Parasiten an, führt also die Krankheit auf äussere Gründe zurück; die andere sucht die Neubildungen aus der besonderen Beschaffenheit des Organismus zu erklären und nimmt innere, in der Organisation der Zellen und Gewebe gelegene Gründe an, eine Ansicht, der wohl zur Zeit die meisten Pathologen sich zuneigen, weil es trotz der grössten Anstrengungen nicht gelungen ist, in einwandsfreier Weise auch nur in einer einzigen Art der mannigfaltigen Neoplasmen spezifische Parasiten nachzuweisen. Das frische, kräftige Aussehen der Zellen im Beginn der Neubildung und die lebhafte Vermehrung derselben hat wohl zu der Ansicht geführt, dass diese Zellen sich vom embryonalen Gewebe herleiten, das sich in verschiedenen Geweben der ausgebildeten Organe in Form von inselartigen Komplexen in seinem ursprünglichen Charakter erhalten habe und nun bei irgend welchen Reizen zu neuer Thätigkeit erwachen könne.

Zu wesentlich abweichenden Vorstellungen, trotz mancher Berührungspunkte ist vor kurzem R. Hertwig (1900), auch ausgehend von dem Studium der pathologischen Veränderungen einer Protozoenzelle (*Actinosphaerium eichhorni*), gekommen. Da seine Anschauungen für die Theorie der Geschwulstbildung einen neuen Gesichtspunkt liefern, der mir der Diskussion werth erscheint, sei es mir gestattet, dieselben hier in Kürze zu reproduziren, umsomehr, als Hertwig's Schrift an einem etwas schwer zugänglichen Ort publizirt ist.

Schon von den Infusorien her ist es bekannt, dass Zellen, wenn sie sich sehr lange nur auf ungeschlechtliche Weise vermehren, allerlei Rückbildungsvorgänge aufweisen, die wir unter der Bezeichnung „senile Degeneration“ zusammenfassen. Hertwig fand nun, dass bei Uebarernährung und zu starker ungeschlechtlicher Vermehrung von *Actinosphaerium* eine Kernhypertrophie auftritt, die sich in einer Ueberproduktion gewisser Kernsubstanzen bemerkbar macht und zur Ausbildung eines oder weniger Riesenkerne an Stelle der zahlreichen kleinen Kerne der normalen Zelle führt. Diese Kerne zeigen dann die Tendenz zu einer atypischen Vermehrung (durch Zerfall), die zum Untergang der Zelle führt. Hertwig fasst diese Vorgänge als senile Degeneration auf.

Auch bei *Cyclospora* kann man zu einer ähnlichen Vorstellung gelangen. Die Degeneration tritt nur bei den Zellen auf, die sich besonders lebhaft und lange auf ungeschlechtliche Weise vermehrt haben (wie wiederholt betont, finden sich die Degenerationserscheinungen besonders reichlich bei starken Infektionen auf der Höhe der Infektion, d. h. mit andern Worten nach besonders lebhafter Vermehrung der Parasiten). Ebenso wie Hertwig, können wir annehmen, dass die Ueberanstrengung der Zellen durch die enorme Vermehrungsthätigkeit die regulatorischen Einrichtungen der Zelle geschwächt hat, sodass Kerne, die im Plasma normaler Weise vernichtet

werden, lebensfähig bleiben und der zum Weiterleben bestimmte Kern zu Grunde geht. Hinzu kommt noch, dass hier auch in dem normalen Reifungs- und Befruchtungsvorgang schon Momente enthalten sind, die dem Organismus Gefahr drohen und bei der durch die Ueberanstrengung hervorgerufenen, abnormen Thätigkeit den Untergang der Zelle beschleunigen. Bei *Cyclospora* finden wir zwei solcher Momente. Erstens die Thatsache, dass die Reduktionskörper nicht wie bei vielen andern Gameten ausgestossen werden, sondern im Plasma verbleiben und daher bei abnormer Vermehrung Nährmaterial finden. (Auch bei vielen Metazoeneiern können die Richtungskörper sich noch einige Male theilen und somit Ansätze zur Vermehrung zeigen; da sie aber nicht mehr im Verbande des Plasmas der Eizelle sind und keine Nahrung haben, bringen sie derselben auch keine Gefahr.) Das zweite gefahrbringende Moment ist die Polyspermie, die normaler Weise der Zelle Nährmaterial liefert, bei der geschwächten Zelle aber, die nicht mehr die Resorption der Mikrogameten bewirken kann, den Untergang beschleunigt.

Hertwig's Gedankengang bezüglich der Auffassung der Neoplasmen ist nun folgender: „Embryonale Zellen sind Zellen, welche die Merkmale der befruchteten Eizelle bewahrt haben, bei welchen die das Zellenleben in normale Bahnen leitenden Einrichtungen besonders gekräftigt sind. Atypische Vermehrung ist vielmehr von senilen Zellen zu erwarten, weil die atypische Entwicklung nicht auf einem Plus von Lebensenergie, sondern auf einem Nachlassen der das Wachsthum regulirenden Vorrichtungen beruht.“ Zur Unterstützung der Auffassung, dass die Zellen der Geschwülste einen senilen Charakter besitzen, führt Hertwig weiter aus: „Bösartige Geschwülste, Krebse im Sinne der früheren Kliniker, bei denen starke Zellwucherungen mit Neigung zum Untergang der wuchernden Zellen auftreten, sind bei jugendlichen Individuen selten und nehmen vom 40. Lebensjahre an ganz enorm an Häufigkeit zu. Unter diesen Geschwülsten geht ein ganz unverhältnissmässig grosser Prozentsatz vom Epithel aus, so dass man die Bezeichnung „Krebs“ in der pathologischen Anatomie auf bösartige epitheliale Geschwülste eingeschränkt hat. Um die Tragweite dieser zweiten Erscheinung zu würdigen, muss man den Unterschied berücksichtigen, welcher bei der Ausübung der Funktion zwischen den Epithelien und den übrigen Geweben besteht. Bei den Epithelien sind es die Zellen selbst, welche funktioniren; die einzelnen Epidermisszellen müssen sich in Hornsubstanz verwandeln, um den Körper zu schützen; die Zellen der Drüsen erzeugen die Sekrete, oft sich ganz zu solchen aufbrauchend. In allen übrigen Geweben dagegen ist die Funktion an Plasmaprodukte gebunden, an die Muskelfibrillen, Nervenfibrillen, die Grundsubstanz von Bindegewebe, Knorpel und Knochen. Im Epithel müssen daher viel lebhaftere Theilungen vor sich gehen, um die Funktion zu unterhalten. Man kann wohl sagen, dass auf einem gegebenen Zeitpunkt die Zahl der Theilungen, welche Epithelzellen, vom Stadium der Befruchtung aus gerechnet, durchgemacht haben, viel grösser ist als bei allen anderen Geweben.

„Von grossem Interesse ist das Auftreten bösartiger Geschwülste an Stellen, die häufigen mechanischen und chemischen Reizen ausgesetzt sind und daher den Sitz chronischer Entzündungsprozesse abgeben. Wenn man es auch aufgegeben hat, in den besprochenen Schädlichkeiten die unmittelbare Ursache von carcinomatösen Ge-

schwülsten zu erblicken, so wird wohl von den meisten Forschern zugegeben, dass sie die Entwicklung der Krankheit begünstigen. Eine solche prädisponirende Wirkung entzündlicher Prozesse würde dadurch verständlich werden, dass alle Entzündungen von lebhaften Zelltheilungen begleitet sind und somit es begünstigen, dass die Zellen der entzündeten Stelle einen „senilen“ Charakter annehmen.

„Schliesslich möchte ich noch hervorheben, dass es schwer ist, nach der Ansicht vieler Forscher sogar unmöglich, zwischen bösartigen und gutartigen Geschwülsten, zwischen Geschwülsten und entzündlichen Wucherungen scharfe Grenzen zu ziehen. Nach der Theorie vom parasitären Ursprung der Geschwülste, welche doch für jede Geschwulst einen spezifischen pathogenen Organismus anzunehmen gezwungen ist, sollte man solche scharfe Abgrenzungen erwarten; dieselben müssen dagegen fehlen, wenn die Geschwulstbildung auf einer gleichsam auf Abwege gerathenen Zellentwicklung beruht.“

Diese Ansichten Hertwig's, die ich wegen ihrer Wichtigkeit hier ausführlich wiedergegeben habe, werden hoffentlich der Protozoenforschung die kräftige Anregung geben, die pathologischen Veränderungen der Protozoenzellen eingehend zu studiren und so ein Gebiet zu eröffnen, das bisher noch ganz vernachlässigt worden ist. Vielleicht ergeben sich dann auch noch andere Gesichtspunkte zur Beurtheilung der Degenerationsvorgänge bei den Metazoenzellen, als die bei den Auseinandersetzungen Hertwig's in den Vordergrund tretende Idee der „senilen Degeneration“. Ein Moment, welches bei der Betrachtung der *Cyclospora*-Degeneration auftaucht, ist z. B. das phylogenetische, das ich hier nur kurz andeuten kann. Nach allen unseren Erfahrungen über die Befruchtung der Protozoen können wir annehmen, dass die Anisogamie, d. h. die Kopulation differenter Geschlechtszellen sich aus der Isogamie, der Verschmelzung gleichartiger Gameten entwickelt hat (Rhizopoden, Heliozoen, Gregarinen, Coccidien, Hämosporidien). *Cyclospora*, die normaler Weise anisogame Befruchtung aufweist, sinkt bei der Degeneration auf die phylogenetische ältere Stufe der Isogamie zurück. Die Vielkernigkeit von *Actinosphaerium* ist wohl auch der phylogenetisch jüngere Zustand dieses Heliozoon; bei der Degeneration macht sich auch das Zurücksinken auf den älteren einkernigen Zustand der Zelle bemerkbar. Es erhebt sich die Frage, ob nicht auch der embryonale Charakter der Zellen bei den Neoplasmen irgend etwas mit diesem hier angedeuteten Zurücksinken auf eine phylogenistisch ältere Stufe zu thun hat. Besonders bemerkenswerth scheinen mir in dieser Hinsicht auch die allmählich von der indirekten, mitotischen zur direkten und multiplen Kerntheilung herabsinkenden Kernvermehrungsvorgänge bei der Degeneration der Geschwulstzellen zu sein.

Die natürliche Infektion des Maulwurfs.

Während es leicht gelingt, die Maulwürfe durch Verfütterung der reifen Coccidiencysten auf künstliche Weise zu infiziren, haben wir keine Möglichkeit, die Art der Infektion in der freien Natur direkt zu beobachten, weil ja der Maulwurf ein unterirdisches Leben führt und nicht bei seiner Nahrungsaufnahme und seiner sonstigen Thätigkeit verfolgt werden kann. Wir wissen, dass er Fleischfresser ist und sich

hauptsächlich von Arthropoden und Würmern ernährt (in der Gefangenschaft nimmt er mit jeder Art von Fleischnahrung vorlieb), er huldigt auch dem Kannibalismus, bei den heftigen Kämpfen, die bei den Maulwürfen häufig zu beobachten sind, frisst der Sieger in der Regel den Besiegten auf. Hierbei liegt schon, wie bei den Lithobien, die Möglichkeit einer direkten Infektion vor, doch glaube ich, dass dieser Fall nur selten eintritt. Bei *Lithobius* habe ich nicht infizirte Individuen mit den Därmen infizirter gefüttert und so die ersteren infizirt, hierbei konnte festgestellt werden, dass die Infektion nicht nur durch die Cysten vermittelt wird, sondern dass alle im Darm lebenden Stadien sich in dem neuen Darm weiter entwickelten und nicht verdaut wurden. Beim Maulwurf habe ich aus Materialmangel leider nur einmal einen entsprechenden Versuch gemacht, aber mit dem entgegengesetzten Resultat, es kam nicht zu einer Infektion, sondern alle Coccidien wurden verdaut und liessen sich in den Fäces überhaupt nicht mehr nachweisen; es scheint also, als ob hier nur die Oocysten die Einwirkung des Speichels und Magensaftes überstehen.

Da der Maulwurf Fleischfresser ist, dürfte er nicht, wie viele omnivore Thiere, seinen eigenen Koth verzehren. Nach meinen Versuchen bleibt nur die Möglichkeit der Infektion durch die Nährthiere, also dieselbe Art, die ich bei den *Lithobius*-Coccidien feststellen konnte, übrig. Wie bereits früher erwähnt, kann man das Versuchsthier leicht infiziren, wenn man die Cysten an Asseln verfüttert und diese bald darauf dem Maulwurf zu fressen giebt. Ich habe verschiedene ausgebildete Insekten und Larven, sowie Regenwürmer die infizirten, cystenhaltigen Maulwurffäces fressen lassen. Die Untersuchung des Darminhaltes und der Fäces dieser Thiere zeigte, dass die *Cyclospora*-Cysten unversehrt bleiben. Ich glaube also, dass alle Nährthiere des Maulwurfs die Infektion vermitteln können, wenn sie Maulwurf-Koth verzehrt haben und bald darauf von einem andern Maulwurf gefressen werden. Ausserdem kann natürlich auch eine zufällige Verunreinigung der Nahrung von aussen, wie es in dem Maulwurfsnest leicht geschehen kann, die Infektion von den Eltern auf die Jungen, welche ja von der Mutter gefüttert werden, übertragen.

Pathologisches.

Cyclospora caryolytica findet sich ausschliesslich im Darmkanal des Maulwurfs und zwar bewohnt der Parasit alle Theile des Dünndarms und Dickdarms vom Duodenum ab. Er dringt nicht nur in die Epithel- und Drüsenzellen der Schleimhaut ein, sondern greift auch die dort sich aufhaltenden Leukocyten an und zerstört selbst die Bindegewebszellen der Submucosa, sodass in schweren Krankheitsfällen der Darmkanal auf grosse Strecken ganz von der Schleimhaut entblösst wird und dann nur einen ganz zartwandigen Schlauch darstellt. Bei schwächerer Infektion bietet der Darmkanal ähnliche Bilder wie bei der Kaninchen-Coccidiose; inselförmige geröthete Stellen, hier und da Verdickungen der Schleimhaut, flüssiger, weisslich gelber Darminhalt. Wie wiederholt erwähnt, führt die Krankheit meist zum Tode des Maulwurfs; wird die Höhe der Infektion, d. h. die Differenzirung der Parasiten zu Geschlechtszellen überstanden, so tritt unter lebhafter Epithelregeneration stets bald Heilung ein, indem alle Parasiten in ihrem Dauerzustand entleert werden. Durch einmaliges Ueber-

stehen der Krankheit erlangt der Organismus keine Immunität, er kann jederzeit wieder infizirt werden. Die Leber, die bei der Coccidiose der Kaninchen fast stets mit infizirt wird, habe ich beim Maulwurf immer frei von Parasiten gefunden.

Im Beginn der Krankheit bemerkt man eine auffallende Trägheit des sonst unausgesetzt wühlenden Maulwurfs; er verkriecht sich in die Erde und bleibt stundenlang ruhig liegen. Während er sonst ausserordentlich gefrässig ist, nimmt er nur wenig Nahrung auf; dann beginnen, meist schon am 2. oder 3. Tage nach der Infektion heftige Diarrhöen. Die Fäces sehen weisslich aus und haben infolge der reichlichen Beimischung von zerfallenden Epithelien und Parasiten schleimige Konsistenz. Oft wird das Thier von heftigem Zittern befallen, das lange anhalten kann und im weiteren Verlauf in immer kürzeren Pausen auftritt. Versuche zu scharren oder überhaupt sich zu bewegen misslingen, das Thier fällt auf die Seite und liegt oft stundenlang mit krampfartig ausgestreckten Extremitäten, bis dann schliesslich nach einem heftigen Schütteln des ganzen Körpers der Tod eintritt.

Das allgemeine Krankheitsbild der Maulwurfs-Coccidiose stimmt nach diesen kurzen Bemerkungen gut mit den an anderen Säugethieren, besonders dem Kaninchen und der Maus gewonnenen Erfahrungen überein. Während aber besonders beim Kaninchen die Intensität der Erkrankung grossen Schwankungen unterworfen ist, bedingt die rapide Vermehrung der Parasiten beim Maulwurf und die eigenartige Form des Parasitismus in den Zellkernen eine schnellere Zerstörung der Schleimhaut und damit eine Neigung zum letalen Ausgang der Krankheit.

Von besonderem Interesse ist das ausschliessliche Vorkommen des Parasiten in den Zellkernen der infizirten Zellen, meines Wissens bisher der einzige Fall von obligatem Kernparasitismus; denn bei den bisher bekannten Fällen von Kernparasitismus (*Coccidium salamandrae* [Steinhaus]; *C. proprium* [Schneider]) macht der Parasit auch ebenso häufig wie im Kern seine Entwicklung im Plasma durch, man kann hier also nur von einem fakultativen Kernparasitismus sprechen.

Die Veränderungen, welche der Kern der infizirten Zelle beim Wachsthum des Parasiten erleidet, sind bei der Infektion mit *Cyclospora caryolytica* sehr charakteristisch. Da alle Entwicklungsstadien, die männlichen und weiblichen Schizonten, die Mikrogametocyten und Makrogameten die gleiche Wirkung ausüben, genügt eine einmalige Besprechung des Vorgangs. Der eindringende Sichelkeim (Sporozoit, ♂ oder ♀ Merozoit) bringt schon eine Verschiebung und Zerstörung des Kerngerüstes auf einfach mechanischem Wege durch seine Bewegungen hervor (Taf. XII, Fig. 3). Beim Wachsthum des Parasiten, das zunächst auf Kosten des Zellkerns und dann auch des Plasmas stattfindet, wird allmählich das fein alveoläre Liningerüst im Kern gelöst, es treten grössere Vakuolen auf (Fig. 4, Fig. 22), die chromatische Substanz verschmilzt zu gröberen Klumpen oder zu diffus färbbaren unregelmässigen Balken und Strängen. Das Volumen des Kerns wird unter Flüssigkeitsaufnahme aus dem Protoplasma vergrössert, oft um das 6—10fache seines ursprünglichen Durchmessers (Fig. 14, 18, 20, 21, 24 etc.). Das im Kern diffus zerstreute Chromatin wird viel langsamer gelöst als die achromatischen Kernbestandtheile; es wird allmählich nach der Peripherie des Kerns zusammengedrängt und an der Kernmembran in siebartig durchbrochenen

Platten oder in groben, netzförmig angeordneten Strängen niedergeschlagen (Fig. 7, 10). Schliesslich wird der ganze Kern in eine riesige Vakuole verwandelt, in deren Inneren der Parasit schwimmt. Die Kernmembran mit spärlichen anhaftenden Chromatinresten bildet den ganzen Ueberrest des Kerns (Fig. 18—21, 24 etc.). Das Plasma der infizirten Zelle macht während der gewaltigen Ausdehnung des Kerns einen entgegengesetzten Prozess durch, es wird resorbirt und schrumpft zusammen. Wie erwähnt, erfolgt die enorme Flüssigkeitsaufnahme des Kerns auf Kosten des Plasmas; es verliert seine alveoläre Struktur, wird erst feinkörnig, dann hyalin und stärker lichtbrechend (infolge der Flüssigkeitsabgabe) und schrumpft allmählich zu einer dünnen den Kern umhüllenden Schicht zusammen (Fig. 7, 18—21, 23).

Eine ähnliche Art der Kern- und Zelldegeneration kennt man bisher nur bei den Coccidien des Salamanders und der Tritonen. Dieselbe ist von Steinhaus (88, 89) und Drüner (94) recht gut studirt worden[1]. Auch hier wird der Kern ganz zerstört. Am Schlusse des Parasitenwachsthums kommt es dazu, „dass vom Wirthskerne nur noch die Membran intakt bleibt, alles Uebrige ist vom Parasiten verzehrt worden und er liegt jetzt von der Kernmembran umschlossen, an Stelle des früheren Zellkerns" (Steinhaus 89, p. 179). Gegenüber den Vorgängen bei *Cyclospora* macht sich aber der wesentliche Unterschied bemerkbar, dass der Parasit selten grösser wird als der normale Zellkern, es kommt daher nicht zu einer so starken Ausdehnung des letzteren, die Läsionen der Zelle sind viel geringere; auch wenn der Parasit seinen Sitz im Plasma hat, bleibt er kleiner als die Wirthszelle und füllt nur eine Vakuole in derselben aus (cf. Doflein, 1901, p. 110—111).

Der hier geschilderte Kernparasitismus bewirkt ausserordentlich schnell den Untergang der Zelle. Der ganze Vorgang der Degeneration weicht stark von dem ab, welchen wir bei dem Zellparasitismus der übrigen Coccidien kennen. Bei *Coccidium schubergi* z. B. dringt der Parasit bis zur Oberfläche des Kerns in der Zelle vor. Durch seine Bewegungen versetzt er die Wirthszelle in einen Reizzustand und veranlasst ein lebhaftes Wachsthum derselben, sie dehnt sich hypertrophisch aus, auch ihr Zellkern betheiligt sich an dieser Grössenzunahme. Bei *Cyclospora* bemerkt man nichts derartiges; ebenso fehlt da die fettige Degeneration, die sich an die Hypertrophie der Wirthszelle bei *Coccidium* anschliesst. Nur das Endresultat ist in beiden Fällen gleich, die infizirte Zelle geht unfehlbar zu Grunde.

Bei starker Erkrankung ist die mehrfache Infektion eines Zellkerns sehr häufig; man kann hierbei die verschiedensten Stadien nebeneinander in demselben Kern vorfinden. Fig. 24 giebt zahlreiche Beispiele hierfür; 5—6 Parasiten findet man da in einem Zellkern, Makrogameten, Mikrogametocyten neben einander, sodass der Befruchtung gar keine Hindernisse entgegenstehen. Aehnliche Bilder kann man auch bei den Stadien der Schizogonie finden. — Während der rapiden Vermehrung der Parasiten kann die Epithelregeneration der Epithelzerstörung nicht die Wage halten, es kommt zur Erkrankung des Organismus. Wie bereits bei *Coccidium schubergi* be-

[1] Nachdem schon vorher von Flemming (87) und Herrmann (89) die Kerndegeneration ohne Kenntniss der parasitären Ursachen beschrieben war. Ausführliche Litteratur über dieses Thema findet sich bei Drüner (94).

wiesen wurde, liegt die Erklärung für die spontane Heilung der Coccidiose in der Thatsache, dass die ungeschlechtliche Vermehrung eine Grenze hat. Die Befruchtung hat einen die Vermehrung sistirenden Einfluss; die Oocysten werden allmählich entleert, die Epithelregeneration führt schnell zur Heilung der Darmwunden. Da bei *Cyclospora* die Vermehrung der Parasiten sehr schnell erfolgt, tritt die Krankheit sehr plötzlich in ein akutes Stadium. Infolge der übermässigen Vermehrung tritt dann aber auch ziemlich schnell die Befruchtung ein, sodass der Organismus, wenn er das akute Stadium überstanden hat, ausserordentlich schnell gesund wird. Recidive (ohne Neu-Infektion) habe ich nicht beobachtet.

Litteratur-Verzeichniss.

Berlese, A. (98, 99), Fenomeni che accompagnano la fecondazione in taluni insetti. In: Riv. Patol. Vegetale, v. 6, 1898, p. 353—368, v. VII, 1899, p. 1—18.

Blanchard, R. (1900), Les Coccidies et leur Rôle pathogène. In: Causeries scientifiques de la Soc. Zool. France. Année 1900, Nr. 5.

Blochmann (94), Ueber die Kerntheilung bei Euglena. In: Biol. Centralbl., v. 14, 1894, p. 194—197.

Cuénot, L. (1901), Recherches sur l'évolution et la conjugaison des Grégarines. In: Arch. Biol., v. 17, 1901, p. 580—652.

Doflein, F. (1901), Die Protozoen als Parasiten und Krankheitserreger. Jena (Gustav Fischer) 1901.

Drüner, L. (94), Beiträge zur Kenntniss der Kern- und Zellendegeneration und ihrer Ursache. In: Jena. Z. Naturw., v. 28, 1894, p. 294—325.

Eimer, Th. (70), Ueber die ei- und kugelförmigen sogenannten Psorospermien der Wirbelthiere. Würzburg, 1870, p. 1—58.

Flemming, W (87), Neue Beiträge zur Kenntniss der Zelle. In: Arch. mikrosk. Anat., v. 29, 1887, p. 446.

Grassi, B. (1901), Die Malaria. Studien eines Zoologen. II. Aufl. Jena (Gustav Fischer) 1901.

Häcker, V. (99), Die Reifungserscheinungen. In: Ergebn. Anat. und Entwicklungsgesch., v. 8, 1899.

Handlirsch, A. (1900), Die Verwerthung überschüssiger Spermatozoen im Organismus weiblicher Insekten. In: Verh. zool. bot. Ges. Wien, 1900 (Referat von Berlese [98, 99]).

Hermann, F. (88), Beiträge zur Histologie des Hodens. In: Arch. mikrosk. Anat., v. 34, 1889, p. 100.

Hertwig, R. (99), Ueber Kerntheilung, Richtungskörperbildung und Befruchtung von *Actinosphaerium eichhorni*. In: Abh. Ak. München; Cl. II. v. 19, Abth. 3, 1899, p. 633.

— (1900), Ueber physiologische Degeneration bei Protozoen. In: Sitzber. Ges. Morph. Phys. München, 1900, Heft 1.

Keuten, J. (95), Die Kerntheilung von *Euglena viridis*. In: Z. wiss. Zool., v. 60, 1890.

Labbé, A. (96), Recherches zoologiques, cytologiques et biologiques sur les Coccidies. In: Arch. Zool. expér., ser. 3, v. 4, 1896.

— (99), Sporozoa. In: Das Thierreich, eine Zusammenstellung und Kennzeichnung der recenten Thierformen. Berlin 1899, Lief. 5.

Lang, A. (1901), Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der wirbellosen Thiere. II. Aufl. 2. Lief.: Protozoa. Jena (Gustav Fischer) 1901

Laveran, A. (98a), Sur les modes de reproduction de *Klossia helicina* (Schneider). In: C. R. Soc. Biol. Paris, ser. 10, v. 5, 1898.

— (98b), Sur les modes de reproduction d'*Isospora Lacazei*. In: C. R. Soc. Biol. Paris, ser. 10, v. 5, 1898.

Laveran, A. & Mesnil, F. (1901), Sur la nature centrosomique du corpuscule chromatique postérieur des Trypanosomes. In: C. R. Soc. Biol. Paris, ser. 10 (Séance du 29 mars 1901).

Léger, A. (98), Essai sur la classification des Coccidies et description de quelques espèces nouvelles ou peu connues. In: Bull. Mus. Marseille, v. 1, fasc. 1, 1898.

— (98a), Sur les microgamètes des Coccidies. In: C. R. Soc. Biol. Paris. Juin 1898 (ser. 10, v. 5).

— (98b), Sur la morphologie et le développement des microgamètes des Coccidies. In: Arch. Zool. expér., ser. 3, v. 6, 1898. Notes et Revue, p. XX—XXVI.

— (1900), Sur le genre *Eimeria*. In: C. R. Soc Biol. Paris. Juin 1900 (Separatum).

— (1900a), Le genre *Eimeria* et la classification des Coccidies. In: C. R. Soc. Biol Paris. Juin 1900 (Sep.)

— (1900b), Sur la Présence d'une Coccidie coelomique chez *Olocrates abbreviatus* Ol. In: Arch. Zool. expér. 1900. Notes et Revue, Nr. 1—2

— (1901), Sur la morphologie des éléments sexuels chez les Grégarines Stylorhynchides. In: C. R. Ak. Paris. Juin 1900 (Separatum).

Leuckart, R. (79), Die Parasiten des Menschen und die von ihnen herrührenden Krankheiten. 2. Aufl, v. 1. Leipzig und Heidelberg, 1879—1886.

Lühe M. (1900), Ergebnisse der neueren Sporozoenforschung. (Erweiterter Separatabdruck aus Centralbl. Bakt., v. 27—28.) Jena (Gustav Fischer), 1900.

Mesnil, F. (99a), Coccidies et Paludisme I. Partie. In: Revue gén des Sc., v. 10, Nr. 6. Mars 1899

— (99b), Essai sur la classification et l'origine des Sporozoaires. In: Cinquantenaire Soc. Biol. Paris, vol. jubilaire (27. X. 1899).

Pérez, Ch. (99), Sur une coccidie nouvelle, *Adelea mesnili* (n. sp), Parasite coelomique d'un Lépidoptère. In: C. R Soc. Biol. Paris, sér. 11, v. 1, 1899, p. 694—696.

Pfeiffer, L. (91), Die Protozoen als Krankheitserreger. II. Aufl Jena (Gustav Fischer) 1891

Pfeiffer, R. (92), Beiträge zur Protozoenforschung I. Die Coccidienkrankheit der Kaninchen. Berlin (Hirschwald) 1892.

Schaudinn, F. (94), Ueber die systematische Stellung und Fortpflanzung von *Hyalopus* n. g. (*Gromia dujardini* Schultze). In: Sitzber. Ges. naturf. Fr. Berlin 1894, Nr. 1 und in: Naturw. Wochenschr., v. 9, Nr. 14, p. 169, Fig 1—6.

— (94a), Ueber Kerntheilung mit nachfolgender Körpertheilung bei *Amoeba crystalligera* Gruber. In: Sitzber. Ak. Berlin, 1894, p. 1029—1036.

— (96), Ueber die Kopulation von *Actinophrys sol.* Ehrbg. In: Sitzber. Ak. Berlin, 1896, p. 83—89.

— (98), Ueber den Generationswechsel der Coccidien und die neuere Malariaforschung. In: Sitzber. Ges. naturf. Fr. Berlin, 1898, p. 159—178.

— (99), Der Generationswechsel der Coccidien und Haemosporidien. In: Zool. Centralbl., v. 6, 1899, p. 765—783.

— (99a), Untersuchungen über den Generationswechsel von *Trichosphaerium sieboldi* Schn. In: Abh. Ak. Berlin, 1899, Anhang.

— (1900), Untersuchungen über den Generationswechsel bei Coccidien. In: Zool. Jahrb Abth. f. Morph., v. 13, 1900, p. 197—292. T. 13—16.

Schaudinn, F. & Siedlecki, M. (97), Beiträge zur Kenntniss der Coccidien. In: Verh. Deutsche Zool. Ges. 1897, p. 192—203.

Schneider, Aimé (81), Sur les psorospermies oviformes des Coccidies. In: Arch. Zool. expér., v. 9, 1881.

Schuberg, A. (92), Ueber Coccidien des Mäusedarms. In: Sitzber. Phys.-Med. Ges. Würzburg, 1892, p. 65—72.

— (95), Die Coccidien aus dem Darme der Maus. In: Verh. Naturh.-Med. Ver. Heidelberg. N. F. v. 5, 1895, p. 369—96.

Siedlecki, M. (98), Reproduction sexuée et cycle évolutif de la Coccidie de la seiche (*Klossia octopiana* Schn.). In: C. R. Soc. Biol. Paris, 1898, Mai.

— (98a), Reproduction sexuée et debut de la sporulation chez la Coccidie des Triton (*Coccidium proprium*). In: C. R. Soc. biol. Paris, 1898, Juin

— (98b), Etude cytologique et cycle évolutif de la coccidie de la seiche. In: Ann. Inst. Pasteur, 1898, p. 799—836.

Siedlecki, M. (99), Etude cytologique et cycle évolutif de *Adelea ovata* Schneider. In: Ann. Inst. Pasteur, 1899, février.

— (99a), Ueber die geschlechtliche Vermehrung der *Monocystis ascidiae* R. Lank. In: Bull. intern. Ac. Cracovie, 1899, Décembre.

Simond, P. L. (97), L'évolution des sporozoaires du genre Coccidium. In: Ann. Inst. Pasteur, v. XI, 1897, Mai.

Steinhaus, J. (89), *Kariophagus Salamandrae*. Eine in den Darmepithelzellkernen parasitisch lebende Coccidie. In: Arch. path. Anat., v. 115, p. 176—184, 1889.

— (91), *Cytophagus tritonis*. Eine in den Darmepithelzellen parasitisch lebende Coccidie. In: Centralbl. Bakt., v. 9, 1891, p. 50—52.

Stieda, L. (65), Ueber die Psorospermien der Kaninchenleber und ihre Entwicklung. In: Arch. path. Anat., v. 32, 1865, p. 122—39.

Wasielewski, von (96), Sporozoenkunde. Jena (Gustav Fischer) 1896.

— (98), Ueber geisseltragende Coccidienkeime. In: Centralbl. Bakt., v. 24, 1898, p. 71—78.

Wasielewski, v. & Senn, G. (1900), Beiträge zur Kenntniss der Flagellaten des Rattenblutes. In: Z. f. Hyg., v. 33, 1900, p. 444—472.

Tafelerklärung.

Alle Figuren sind mit Hülfe des Abbe'schen Zeichenprismas nach dem lebenden Objekt entworfen. Die im Bleifederton gezeichneten Figuren sind auch nach dem lebenden Objekt ausgeführt, bei den farbigen wurden die Einzelheiten in die nach dem Leben entworfenen Skizzen nach genauerem Studium der gefärbten Präparate eingetragen.

Es wurde ein Mikroskop von Zeiss mit dem apochromatischen Objektiv homog. Immersion 2 mm und den Kompensationsokularen 2, 4, 6, 8, 18 benutzt.

Tafel XII.

Fig. 1—21, 22, 23 Vergr. ca. $\frac{2000}{1}$, Fig. 21a—c Vergr. ca. $\frac{2500}{1}$.

Alle Figuren (mit Ausnahme von Fig. 2) beziehen sich auf *Cyclospora caryolytica* Schaud. aus dem Darme von *Talpa europaea* L.

Fig. 1. Sporozoit, der soeben aus der Cyste ausgeschlüpft ist.

Fig. 2. Normale Epithelzelle aus dem hinteren Theile des Dünndarms von *Talpa europaea* L.

Fig. 3. Sporozoit in den Kern einer Darmepithelzelle eindringend.

Fig. 4. Der eingedrungene Sporozoit hat sich abgerundet und beginnt unter Zerstörung des Zellkerns der Epithelzelle zu einem ♀ Schizonten heranzuwachsen.

Fig. 5. Herangewachsener ♀ Schizont. (Ohne die Wirthszelle.)

Fig. 6. Zellkern eines ♀ Schizonten mit umgebendem Plasma in Theilung zur Schizogonie.

Fig. 7. Halberwachsener ♀ Schizont in Kernvermehrung zur Schizogonie. Wirthszelle mitgezeichnet (im optischen Durchschnitt), um die durch den Parasiten bewirkten Zerstörungen im Zellkern und die Degeneration des Plasmas zu zeigen.

Fig. 8. Beginn der Schizogonie eines ♀ Schizonten. Die Kernvermehrung ist beendet; die Anlagen der Merozoiten fangen an, sich als Buckel über die Oberfläche des Schizonten hervorzuwölben. (Wirthszelle nicht gezeichnet.)

Fig. 9. Vollendete Schizogonie eines ♀ Schizonten. Einzelne ♀ Merozoiten lösen sich bereits von dem kleinen Restkörper des ♀ Schizonten ab. (Wirthszelle nicht mitgezeichnet.)

Fig. 9a. Freie ♀ Merozoiten (nach Präparaten), 9b nach dem Leben, 9c in Bewegung.

Fig. 10. Ein Zellkern mit 2 Parasiten (Schizonten), von der Oberfläche, um die netzförmige Anordnung der Kernsubstanzreste an der Kernmembran zu zeigen (Zellplasma nicht gezeichnet).

Fig. 11. Junger ♂ Schizont, ausgezeichnet durch Anhäufung kleiner, stark lichtbrechender Körner im alveolären Plasma. (Wirthszelle nicht gezeichnet.)

Fig. 12. ♂ Schizont in Kernvermehrung zur Schizogonie. (Wirthszelle nicht gezeichnet.)

Fig. 13. Beginn der Schizogonie eines ♂ Schizonten. Die Merozoiten-Anlagen wölben sich im Gegensatz zur Schizogonie des ♀ Schizonten (Fig. 8) nicht über die Oberfläche hervor, sondern der ganze Körper des ♂ Schizonten wird ohne Restkörper in die Merozoiten zerspalten, deren Grenzen man schon in dieser Figur wahrnimmt. (Wirthszelle nicht gezeichnet.)

Fig. 14. Vollendete Schizogonie des ♂ Schizonten. Die durch Zerfall des ♂ Schizonten entstandenen ♂ Merozoiten bewegen sich in der Kernhöhle der Wirthszelle und schicken sich an, dieselbe, nachdem sie die Kernmembran durchbrochen, zu verlassen.

Fig. 14a, b. Zwei freie ♂ Merozoite, a nach dem Leben, b nach Präparaten.

Fig. 15. Junger Mikrogametocyt, entstanden aus einem ♂ Merozoiten (noch erkennbar an den stark lichtbrechenden Körnchen im dichteren, stärker färbbaren Plasma). (Wirthszelle nicht gezeichnet.)

Fig. 16. Herangewachsener Mikrogametocyt in Kernvermehrung zur Mikrogametenbildung (I. Stadium). Das Karyosom hat sich vermehrt, ebenso das Chromatin; beide Substanzen werden nach Auflösung der Kerngrenze im Plasma zerstreut (multiple Kernvermehrung). (Wirthszelle nicht gezeichnet.)

Fig. 17. Kernvermehrung des Mikrogametocyten (II. Stadium). Die Tochterkaryosome haben sich auf der Oberfläche der Zelle vertheilt; um dieselben beginnt sich das Chromatin in Form von kleinsten Körnchen innerhalb von hellen Höfen anzusammeln. (Wirthszelle nicht gezeichnet.)

Fig. 18. Die Kernvermehrung des Mikrogametocyten ist vollendet. Um jedes Karyosom hat sich das Chromatin in Form unregelmässiger Stränge und Brocken verdichtet.

Fig. 19. Die Zellkerne beginnen sich in die Länge zu strecken, wobei jeder sein Karyosom ausstösst.

Fig. 20. Mikrogametenbildung fast vollendet.

Fig. 21. Die Mikrogameten haben sich von der Oberfläche des grossen Restkörpers abgelöst und bewegen sich in der aufgeblähten Kernhöhle der Wirthszelle umher.

Fig. 21a—c. Mikrogameten in verschiedenen Stadien der Bewegung; a, b nach dem Leben, c nach Präparaten.

Fig. 22. Junger Makrogamet im Kern der Wirthszelle.

Fig. 23. Herangewachsener Makrogamet, kurz vor der 1. Reduktionstheilung des Kerns

Tafel XIII.

Fig. 24. Vergr. $\frac{700}{1}$, Fig. 46a—d Vergr. $\frac{1000}{1}$, alle übrigen Figuren Vergr. $\frac{2000}{1}$.

Alle Figuren beziehen sich auf *Cyclospora caryolytica* Schaud.

Fig. 24. Ein Stück des Dünndarmepithels von *Talpa europaea* von der Fläche gesehen mit einer inselartigen Anhäufung der Parasiten. Höhe der Infektion, Tod des Wirthsthiers. Man bemerkt nur Geschlechtsformen, Mikrogametocyten in Kernvermehrung, Mikrogameten-Gruppen, heranwachsende und reife Makrogameten, aber keine Stadien der Schizogonie mehr. In manchen Zellkernen liegen 4—5 Parasiten.

Fig. 25—30. Kernveränderungen des Makrogameten vor der ersten Reduktionstheilung (cf. Text).

Fig. 31—34. Erste Reduktionstheilung des Makrogameten-Kerns.

Fig. 35. Zweite Reduktionstheilung des Makrogameten-Kerns. R = 1. Reduktionskern.

Fig. 36. Befruchtung des Makrogameten. Ein Mikrogamet dringt durch den Empfängnisshügel ein. R = Reduktionskerne.

Fig. 37. Kopula. Die ♂ und ♀ Kerne beginnen zu verschmelzen. Ausser dem befruchtenden Mikrogameten sind auch andere in das Plasma des Makrogameten eingedrungen; dieselben zerfallen allmählich und werden als Nährmaterial resorbirt. R = die in Rückbildung begriffenen Reduktionskörper.

Fig. 38. Oocyste. Das Synkaryon oder der Verschmelzungskern hat spindelförmige Gestalt angenommen. Die überschüssigen Mikrogameten und die Reduktionskörper (R) werden resorbirt.

Fig. 39. Fertige Oocyste. Der Kern hat sich abgerundet und in die Mitte der Zelle begeben, das Plasma hat sich stark kontrahirt und von der Cystenhülle zurückgezogen.

Fig. 40. Kerntheilung zur Sporoblastenbildung.

Fig. 41. Beginn der Theilung der Zelle in die beiden Sporoblasten.

Fig 42. Die Sporoblasten. haben sich von einander getrennt

Fig. 43. Die Sporoblasten haben sich durch Abscheidung einer Hülle zu Sporocysten entwickelt.

Fig. 44. Kerntheilung zur Sporozoitenbildung. In der Sporocyste links Kern im Hantelstadium, Restkörperanlagen getrennt; rechts Kern getheilt, Restkörperanlagen im Begriff zu verschmelzen.

Fig. 45. Restkörperanlagen verschmolzen, Kerne an die spitzen Pole der Sporocysten gerückt.

Fig. 46. Reife Oocyste. Der Sporocysteninhalt hat sich in die beiden Sporozoiten und den Restkörper differenzirt.

46a—c. Vier Oocysten mit Sporocysten in verschiedenen Stellungen.

Fig. 47. Ausschlüpfen der Sporozoiten im Dünndarm des Maulwurfs.

Fig. 48—54. Sieben aufeinander folgende Stadien der pathologischen Veränderungen und des Absterbens der Coccidien (cf. Text).

Die Behandlung des Trinkwassers mit Ozon.

Von

Dr. Ohlmüller und **Dr. Fr. Prall**

Geheimer Regierungsrath. Hülfsarbeiter.

Als im Jahre 1891 Froehlich[1]) und seine Mitarbeiter den Weg gezeigt hatten, Ozon in beliebiger Konzentration und Menge aus dem Sauerstoff der atmosphärischen Luft darzustellen, nahm das Kaiserliche Gesundheitsamt Veranlassung, die Einwirkung dieses Körpers auf Bakterien klar zu stellen. Diese Untersuchungen[2]) haben frühere diesbezügliche Beobachtungen bestätigt oder richtig gestellt und sie haben insonderheit ergeben, „dass das Ozon auf Bakterien, welche im Wasser aufgeschwemmt sind, in kräftiger Weise zerstörend unter der Bedingung einwirkt, dass das Wasser nicht zu stark mit lebloser organischer Substanz verunreinigt ist; der Erfolg ist der gleiche, wenn die Menge der leblosen organischen Masse bis zu einem gewissen Grade oxydirt wird". Auf Grund dieser Erfahrung durfte dann der Hoffnung Raum gegeben werden, dass es nach weiterem technischen Ausbau der Erzeugungs- und Anwendungsart des Ozons gelingen wird, dessen Verwendung in das Praktische zu übertragen, wobei insbesondere an die Vernichtung von Bakterien im Trinkwasser gedacht war.

Zuerst wurden Versuche in dieser Richtung von Tindall und seinem Mitarbeiter Schneller ausgeführt, welche Tindall veranlassten, 1893 eine grössere Versuchsanlage zu Oudshoorn bei Leyden zu erbauen. Daselbst wurde Wasser aus dem „Alten Rhein" mit Ozon behandelt. Van Ermengem[3]) unterzog diese Anlage einer Prüfung und konnte eine befriedigende Reinigung des Wassers feststellen. Tindall führte dann 1895 auf der hygienischen Ausstellung zu Paris einen Apparat vor, dessen Leistungsfähigkeit 2 cbm in der Stunde betrug. Seit 1895 befassten sich Abraham[4]) und Marmier eingehend mit diesem Verfahren, namentlich hinsichtlich der Anwendungsart des Ozons. Weiterhin haben sich um den Ausbau von solchen Apparaten Otto[5])

---

[1]) Elektrotechnische Zeitschrift 1891, S. 340.

[2]) Ohlmüller, Ueber die Einwirkung des Ozons auf Bakterien. Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamt Bd. VIII, S. 229.

[3]) De la stérilisation des eaux par l'ozone. Annales de l'institut Pasteur 1895, Tome IX, S. 673.

[4]) Bulletin de la société internationale des électriciens. Tome XVII, S. 414.

[5]) L'industrie de l'ozone. Extrait des mémoires de la société des ingénieurs civils de France (Bulletin de février 1900).

und Gosselin[1]) neben Anderen wie Vosmaer verdient gemacht. Die Apparate von Otto arbeiteten gut, wie eine Prüfung durch Loir und Fernbach[2]) ergab.

Die Vorführung des Verfahrens auf der Brüsseler Ausstellung 1897 gab die Veranlassung zur Errichtung einer Anlage in Blankenberghe bei Ostende mit einer Leistungsfähigkeit von täglich 2000 cbm; diese wurde aber bald wieder aufgegeben, weil sie in ihrer Wirkung den Erwartungen nicht entsprach.

Eine weitere Anlage erbauten Abraham und Marmier im Auftrage der Stadtgemeinde zu Lille im Jahre 1898, welche stündlich 35 cbm des Quellwassers von Emmerin zu reinigen vermochte. Die Anlage wurde von einer von der Stadt aufgestellten wissenschaftlichen Kommission[3]) einer eingehenden bakteriologischen und chemischen Prüfung unterzogen und entsprach allen Anforderungen. Dem Vernehmen nach ist sie aber nicht mehr im Betrieb.

Ferner war das Verfahren nach dem System Abraham-Marmier auf der Pariser Weltausstellung 1900 vorgeführt; die Anlage wurde von Krull[4]) beschrieben.

Eine Anlage befindet sich in Schiedam bei Rotterdam in Betrieb; sie ist nach dem System Vosmaer gebaut mit einer Leistungsfähigkeit von 20 cbm in der Stunde.

Die Firma Siemens & Halske zu Berlin, welcher, wie erwähnt, das Verdienst gebührt, das Ozon der praktischen Verwendung zugänglich gemacht zu haben, war seit jener Zeit, nachdem auf die Möglichkeit der Reinigung von Trinkwasser durch Ozon hingewiesen worden war[5]), bemüht, dieses Verfahren auszubilden durch Konstruktion zweckdienlicher Apparate sowohl zur Erzeugung des Ozons als auch dessen Anwendung. Weyl[6]) hatte Gelegenheit, die Apparate im Vorstadium zu prüfen.

Auf Grund der gesammelten Erfahrungen errichtete die Firma an der nordwestlichen Grenze Berlins in Martinikenfelde eine grössere Versuchsanlage mit einer Leistungsfähigkeit bis zu 10 cbm in der Stunde.

Mit der Errichtung dieser Anlage war beabsichtigt, sowohl Interessenten Gelegenheit zu geben, das Ozonverfahren kennen zu lernen, als auch durch eigene Versuche dessen Brauchbarkeit zu erweisen. Die Anlage war Gegenstand häufiger Besichtigungen seitens hygienischer und technischer Fachgelehrter und Mitglieder von Gemeindebehörden. Die Ermittelungen, welche die Firma selbst an der Anlage in technischer Hinsicht, sowie bezüglich der Beschaffenheit des damit behandelten Wassers hat anstellen lassen, sind in der Abhandlung von Erlwein[7]) „Trinkwasserreinigung durch Ozon nach dem System von Siemens & Halske (A.-G.) Berlin" niedergelegt.

Bei dem Interesse, welches die Behandlung von Trinkwasser im Laufe der Zeit

---

[1]) Quelques considérations sur la production de l'ozone et son application à la stérilisation des eaux.

[2]) Epuration et stérilisation industrielles des eaux par l'électricité.

[3]) Calmette, Rapport sur la stérilisation industrielle des eaux potables par l'ozone (Procédés et appareils de Marmier et Abraham). Annales de l'institut Pasteur 1899. Tome XIII, S. 344.

[4]) Zeitschrift für angewandte Chemie S. 57 u. Prometheus 1902, S. 129

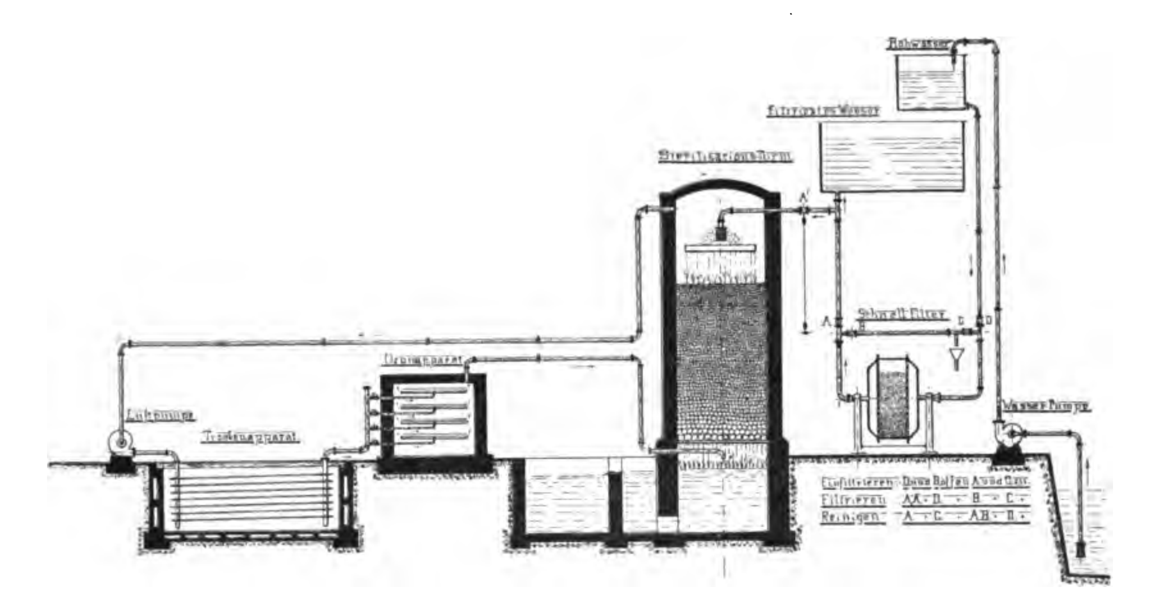
[5]) Ohlmüller, a. a. O.

[6]) Schilling's Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung 1899, S. 809 u. 826 und Centralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten I. Abth., 26. Bd., S. 16.

[7]) Schilling's Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung 1901, S. 552.

gewann, nahm das Kaiserliche Gesundheitsamt Veranlassung, eigene Versuche an dieser Anlage anzustellen.

Die Einrichtung der Martinikenfelder Versuche ist aus untenstehender schematischer Zeichnung ersichtlich. Die Ozonbereitung erfolgt in der Weise, dass Luft mittelst einer Luftpumpe in den Trockenapparat geführt wird. Dieser besteht aus einer Eiserzeugungsmaschine, an deren Refrigeratorschlange sich die Luft abkühlt und hierdurch ihre absolute Feuchtigkeit vermindert. Die so vorgetrocknete Luft tritt in den Ozonapparat, einen Kasten, in welchem vier Plattenpaare, wechselseitig liegende Glas- und Metallplatten, untergebracht sind. Zwischen diesen spielen sich blaue Glimmentladungen ab, ausgelöst von einem elektrischen Wechselstrom von 10000 bis 15000 Volt Spannung. Indem die Luft die Räume zwischen den Platten, in welchen die Glimmentladungen stattfinden, durchwandert, wird ihr Sauerstoff zum Theil in Ozon umgewandelt. Die ozonisirte Luft durchströmt hiernach von unten nach oben den Sterilisationsthurm, dessen Einrichtung und Zweck unten geschildert wird.



Zur Einwirkung der ozonisirten Luft auf das zu behandelnde Wasser ist folgende Anordnung getroffen:

Das Wasser wird mittelst einer Pumpe (hier aus der Spree) nach einem Bassin für Rohwasser gehoben; von diesem fliesst es vermöge seines eigenen Druckes durch Kroehnke-Filter (davon zwei vorhanden waren) zur Abscheidung der sichtbaren Schwimmstoffe und sammelt sich in einem zweiten Bassin. Das filtrirte Wasser wird von hier nach dem Sterilisationsthurm geleitet. Dieser Thurm stellt einen gemauerten Raum von 5 m Höhe und 1 qm Querschnitt dar, dessen Innenwände cementirt sind; Bis auf die Zu- und Ableitungsstellen für ozonisirte Luft und das zu behandelnde Wasser ist er allseitig geschlossen; das obere Ende ist vermauert, der Fuss, welcher eine seitliche Abflussöffnung für das Wasser besitzt, taucht in ein Ueberlaufbassin ein. Durch diesen Wasserverschluss kann die unten einströmende ozonisirte Luft nicht ent-

weichen, sondern ist gezwungen, den Weg im Thurme nach aufwärts zu nehmen, um, soweit sie nicht verbraucht ist, an dessen oberen Ende durch ein Ausflussrohr auszuströmen und nach dem Ozonapparate zurückzukehren. Das Wasser aber fliesst in umgekehrter Richtung, es tritt oben zu und unten ab. Es kommt somit ein Gegenstromsystem zur Anwendung. Um die Einwirkung des Ozons auf das Wasser möglichst günstig zu gestalten, wird letzteres auf einer thunlichst grossen Oberfläche ausgebreitet. Der eigentliche Ozonisirungsraum ist zu diesem Zweck mit Kieselsteinen von Hühnereigrösse, welche auf einem Rost ruhen, angefüllt. Das Wasser wird zunächst durch eine Brause und eine Siebvorrichtung in viele Fäden zertheilt, fällt auf die Steine und rieselt an diesen bei gleichzeitiger Ozoneinwirkung herab; es sammelt sich hiernach im Ueberlaufbassin und fliesst nach dem Sammelbassin ab.

Zur Prüfung der Wirksamkeit der Versuchsanlage wurde eine Reihe von Versuchen ausgeführt. Der Verlauf eines solchen gestaltete sich folgendermassen: Zunächst wurde die Eismaschine eine Stunde lang in Betrieb gehalten, um sie für die Trocknung der Luft auf die Höhe ihrer Leistungsfähigkeit zu bringen; hierauf begann die Erzeugung von Ozon. Um den Sterilisationsthurm immer in den gleichen Anfangszustand zu versetzen, lief eine halbe bis eine Stunde lang ozonisirte Luft und im Gegenstrom Wasser aus der Charlottenburger Leitung hindurch. Nunmehr begann der eigentliche Versuch; es wurde das zu behandelnde Wasser hindurchgeleitet; nach einer halben Stunde wurden in bestimmten Zeitabständen Wasserproben zur Untersuchung entnommen und zwar jedesmal aus dem Rohwasserbassin, aus dem Bassin für filtrirtes Wasser und aus dem Sterilisationsthurm vor dem Ueberlaufbassin; zu letzterem Zwecke war in dem Thurm ein Metallröhrchen eingesetzt, dessen äussere Mündung vor Beginn des Versuches mittelst einer Flamme sterilisirt wurde. Die Proben für die bakteriologische Prüfung wurden unter den üblichen Vorsichtsmassregeln entnommen und hiernach sofort zur Bestimmung der Keimzahl weiter behandelt. Von dem rohen und filtrirten Wasser wurden 0,2 ccm oder entsprechende Verdünnungen mit sterilem Wasser, von dem ozonisirten Wasser 1 ccm verimpft. Es wurden Platten mit gewöhnlicher Nährgelatine hergestellt, um Ergebnisse zu gewinnen, die mit anderwärts erzielten vergleichbar wurden, und solche mit einem Nährboden, bestehend aus Gelatine, Agar und Nährstoff Heyden[1]), da sich erwiesen hatte, dass hierin die im Wasser vorkommenden Bakterienarten sich zahlreicher entwickelten. Diese Zahlen kommen sonach der Wirklichkeit näher. Die Platten aus nichtozonisirtem Wasser wurden nach dem Verfahren von Neisser[2]) nach zwei Tagen, die des ozonisirten Wassers nach fünf Tagen gezählt. Sämmtliche Platten wurden im Brütschrank bei 22° gehalten. Ausserdem wurde das rohe, filtrirte und ozonisirte Wasser einer chemischen Prüfung unterzogen; es wurden die Oxydirbarkeit (Sauerstoffverbrauch), Ammoniak, salpetrige und Salpetersäure und in der Mitte jeden Versuches (zweite Entnahme) der Trockenrückstand bei 110° bestimmt. Schliesslich wurden noch Auf-

---

[1]) Siehe Prall, Beitrag zur Kenntniss der Nährböden für die Bestimmung der Keimzahl im Wasser. Dieser Band.

[2]) Mikroskopisches Plattenzählverfahren usw. Zeitschrift für Hygiene und Infektionskrankheiten Bd. XX, S. 119.

zeichnungen über das Aussehen des Wassers bezüglich seiner Farbe, Klarheit und Geschmack gemacht.

Die Ozonerzeugung wurde bei diesen Versuchen so betrieben, dass eine Konzentration von rund 3—5 g für das Kubikmeter Luft gewonnen wurde, dabei unterlag während jedes einzelnen Versuches die gelieferte Ozonmenge nur geringen, unvermeidlichen Schwankungen. Der Gehalt an Ozon wurde während der Dauer des Versuches halbstündlich vor und hinter dem Sterilisationsthurm bestimmt. Gewöhnlich gingen durch die Versuchsanlage 30 cbm Luft, bei zwei Versuchen wurden 40 cbm angewandt mit gleicher Ozonkonzentration, um die Wirkung dieser Steigerung kennen zu lernen.

Die mit Ozon zu behandelnde Wassermenge schwankte zwischen 5—10 cbm stündlich. Es gelangte zur Verwendung Spreewasser oder ein Mischwasser aus solchem und Charlottenburger Leitungswasser in wechselndem Verhältniss, um die Oxydirbarkeit und die Keimzahl in gewissen Grenzen zu verändern, da aus den früheren Versuchen[1]) bekannt war, dass gerade diese Eigenschaften des Wassers für die Wirkung des Ozons bestimmend sind. Einen Einblick in die Beschaffenheit des Spree- und Mischwassers geben die Minimal- und Maximalwerthe der Untersuchungen dieser beiden Wassersorten:

Es enthielt 1 Liter Wasser Milligramme	Trockenrückstand bei 110°	Oxydirbarkeit (Sauerstoffverbrauch)	Ammoniak	Salpetrige Säure	Salpetersäure	In 1 ccm Wasser waren Keime	
						bei gewöhnlicher Nährgelatine	bei Gelatine-Agar mit Nährstoff Heyden
I. Spreewasser, roh . . .	172,4—233,6	7,52—10,88	0,2—0,3	0	0-Spur	35700—185800	48000—412400
II. Spreewasser, filtrirt . .	181,4—204,2	6,16—7,12	0,0—0,24	0	0-Spur	5700—26950	8900—69300
III. Mischwasser	232,8—330,0	4,24—6,16	0,0—0,24	0	0	35700—48000	70400—86800

Das Charlottenburger Leitungswasser ist als Grundwasser reicher an gelösten Bestandtheilen und ärmer an organischen Stoffen als das Spreewasser; deshalb steigt durch Zugabe von solchen der Trockenrückstand im Mischwasser an, entsprechend verringert sich die Oxydirbarkeit. Durch die Filtration mittelst der Kroehnke-Filter wurde die Keimzahl vermindert. Den Sterilisationsthurm durchlief das unter II und III der vorstehenden Tabelle bezeichnete Wasser; das Ozon wirkte sonach auf ein Wasser ein von der Beschaffenheit, dass im Kubikcentimeter sich in Gelatine 5700—48000, im anderen Nährboden 8900—86800 Keime entwickelten. Die letzteren Zahlen müssen als die richtigeren erachtet werden, die ersteren sind nur zum Zwecke der Kontrole mit anderen Resultaten ermittelt.

Zum Vergleich mit diesen beiden Wasserarten sei die Beschaffenheit des Wassers des „Alten Rheins" bei Oudshoorn[2]) und diejenige des Quellwassers von Emmerin[3]) mitgetheilt, welche ebenfalls der Ozonbehandlung unterzogen wurden.

[1]) Ohlmüller, a. a. O.
[2]) Van Ermengem, a. a. O., S. 682.
[3]) A. a. O., S. 355.

Es enthielt 1 Liter Wasser Milligramme	Trocken-rückstand	Oxydirbarkeit (Sauerstoff-verbrauch)	Am-moniak	Sal-petrige Säure	Sal-peter-säure	Keime im Kubikcentimeter
Alter Rhein, roh a. 11. Juni 1895	222	6,0	0,1	0	0,6	10802
„ „ filtrirt	284	2,5	0,3	0	1,4	385
Quellwasser von Emmerin . .	—	0,8	0,0	0,5	20,0	988—2200

Das Wasser des „Alten Rheins“ hatte in dem Zustande, in welchem es der Ozonwirkung ausgesetzt wurde (nämlich filtrirt), eine niedrigere Oxydirbarkeit und geringere Keimzahl als das Spree- und Mischwasser; noch niedriger war die Oxydirbarkeit bei dem Quellwasser von Emmerin, dagegen war die Keimzahl grösser, erreichte aber nicht die Höhe der hier behandelten Wasserarten.

In der Martinikenfelder Versuchsanlage wurde absichtlich ein Wasser von ungünstiger Beschaffenheit der Ozonbehandlung unterzogen, um die Leistungsfähigkeit dieses Verfahrens zu erproben.

Das Ergebniss der bakteriologischen Prüfung.

Um beurtheilen zu können, in welchem Maasse die Wasserbakterien durch das Ozon abgetödtet worden sind, muss die Leistung des Ozonapparates und die Menge des behandelten Wassers bekannt sein; von Belang ist fernerhin neben der Keimzahl des filtrirten Wassers, welches durch die Versuchsanlage geschickt wurde, dessen Oxydationsgrösse vor und nach der Behandlung. Die Aufzeichnungen hierüber finden sich in der nachstehenden Tabelle (S. 423 u. 424); jede Keimzahl stellt das Mittel aus zwei Platten dar.

Im Allgemeinen war die keimtödtende Wirkung des Ozons sehr beträchtlich: von den auf der Gelatine gewachsenen Keimen sind von 5700 bis 48000 nur 1 bis 28, von den auf dem anderen Nährboden gewachsenen 8900 bis 86800 nur 1 bis 32 lebend geblieben. Sieht man nach den Ursachen der geringeren Wirkung, so findet sich eine solche, wie nicht anders zu erwarten ist, in der schlechteren Beschaffenheit des angewandten Wassers. Bei dem unvermischten (filtrirten) Spreewasser (Versuch 1 und 2) war die Zahl der überlebenden Keime grösser als bei dem Mischwasser. Dabei war die Menge des behandelten Wassers bei den hier eingehaltenen Grenzen von unwesentlichem Belang; es wurden gleichgünstige Resultate erzielt, ob 5, 7,5 oder 10 cbm angewandt wurden. Eine Ausnahme bildet der Versuch 8; hierauf wird später zurückgekommen werden.

Anderseits liegt der Gedanke nahe, dass durch das Verhältniss der Mengen von Ozon, welche auf 1 Liter Wasser zur Wirkung kommen, und der oxydablen Stoffe (insbesondere der leblosen organischen Bestandtheile und der Bakterienzahl) das Endergebniss bedingt wird. Bei dem Versuch 3 kamen 24,0—26,3 mg Ozon zur Wirkung, die Oxydirbarkeit war verhältnissmässig hoch 5,84—6,16, von den vorhandenen 14300—17400 Keimen blieben 8—12 am Leben. Dagegen waren bei Versuch 10 nur 12,1—13,5 mg (etwa die Hälfte) Ozon zur Wirkung gekommen, die Oxydirbarkeit

Nr. des Versuches	Tag des Versuches 1901	Stunde der Entnahme der Proben	Art des Wassers	Durch die Anlagen gingen stündlich		In 1 cbm Luft waren g Ozon		Milligramme Ozon auf 1 l Wasser		Oxydirbarkeit für 1 l Wasser — mg Sauerstoffverbrauch		Die Oxydirbarkeit nahm ab um mg	Aus 1 ccm Wasser wuchsen Keime auf gewöhnlicher Nährgelatine		Gelatine-Agar mit Nährstoff Heyden	
				cbm Wasser	cbm Luft	vor dem Thurm	nach dem Thurm	kamen zur Einwirkung	sind verbraucht	vor der Ozonwirkung	nach der Ozonwirkung		vor der Ozonwirkung	nach der Ozonwirkung	vor der Ozonwirkung	nach der Ozonwirkung
1	27. III.	11	Spreewasser	5,100	30,100	2,91	2,24	17,2	3,55	7,12	4,56	2,56	43 900	22	85 700	20
		1		5,040	31,100	3,49	3,07	21,5	3,63	6,16	4,64	1,52	48 000	24	83 700	24
		3		4,980	31,000	3,72	3,04	23,2	3,66	6,40	4,96	1,44	40 800	28	86 800	28
2	30. III.	11	Spreewasser	7,560	30,300	4,13	3,09	16,5	3,80	6,96	5,44	1,52	36 700	27	70 400	23
		1		7,200	31,000	4,42	3,43	19,0	3,86	7,04	5,44	1,60	36 700	26	83 700	25
		3		7,500	29,600	4,44	3,37	17,5	3,84	7,04	5,44	1,60	35 700	26	84 700	22
3	2. IV.	11	2 Th. Spree-, 1 Th. Leitungswasser	5,100	30,000	4,44	3,79	26,1	3,16	5,84	4,16	1,68	16 300	8	33 200	5
		1		5,160	30,100	4,50	3,84	26,3	3,20	6,00	4,40	1,60	14 300	8	34 700	10
		3		5,000	30,700	3,91	3,30	24,0	3,14	6,16	4,56	1,60	17 400	12	35 700	11
4	10. IV.	11^{30}	1 Th. Spree-, 4 Th. Leitungswasser	4,740	30,100	4,07	3,60	25,8	2,30	4,72	3.76	0,96	6 200	5	15 500	3
		1		4,860	30,100	3,80	3,29	23,5	2,55	4,48	3,76	0,72	5 700	3	14 900	2
		3		5,020	30,100	3,85	3,32	23,0	2,63	4,64	3,84	0,80	6 800	4	14 700	7
5	15. IV.	1	1 Th. Spree-, 2 Th. Leitungswasser	5,300	30,700	3,48	2 82	20,2	3,30	5,20	4,24	0,96	8 700	3	13 500	3
		3		5,220	31,100	3,50	2,88	20,9	3,20	5,04	4,24	0,80	6 900	1	9 900	3
		5		5,490	30,100	3,66	3,02	20,0	2,99	4,96	4,00	0,96	5 800	4	8 900	1
6	18. IV.	11	1 Th. Spree-, 2 Th. Leitungswasser	5,280	31,100	3,72	3,05	21,9	3,43	4,96	4,16	0,80	15 300	4	34 200	3
		1		5,100	30,900	3,84	3,19	23,3	3,39	4,96	4,00	0,96	15 400	3	29 300	2
		3		5,160	31,100	3,89	3,23	23,4	3,42	4,88	4,00	0,88	12 900	6	28 400	3
7	22. IV.	11^{30}	1 Th. Spree-, 2 Th. Leitungswasser	5,100	30,100	3,13	2,42	18.5	3,75	4,88	4,00	0,88	6 550	3	13 050	3
		1		5,100	30,800	3,24	2,60	19,6	3,42	5,04	4,24	0,80	6 950	4	14 500	1
		3		5,100	30,700	3,42	2,77	20,6	3,43	5,20	4,32	0,88	6 750	5	19 350	5
8	25. IV.	11^{30}	1 Th. Spree-, 1 Th. Leitungswasser	7,480	30,100	3,20	2,50	12,6	2,53	5,36	4,56	0,80	22 250	13	64 700	16
		1		7,260	30,100	3,12	2,32	12,9	3,03	5,68	4,96	0,72	26 150	zerflossen	69 300	32
		3		7,440	30,000	3,23	2,37	13,0	3,16	5,68	4,96	0,72	25 000	"	63 900	14
9	6. V.	11	1 Th. Spree-, 4 Th. Leitungswasser	7,560	41,100	4,66	4,02	25,3	2,95	4,24	3,44	0,80	7 550	2	18 350	1
		1		7,320	40,900	3,71	3,08	20,7	3,09	4.24	3,44	0,80	7 950	3	19 800	2
		3		7,340	40,500	3,38	2,78	18,6	2,93	4,24	3,52	0,72	7 950	2	19 000	1

Nr. des Versuches	Tag des Versuches 1901	Stunde der Entnahme der Proben	Art des Wassers	Durch die Anlagen gingen stündlich cbm Wasser	cbm Luft	In 1 cbm Luft waren g Ozon vor dem Thurm	nach dem Thurm	Milligramme Ozon auf 1 l Wasser kamen zur Einwirkung	sind verbraucht	Oxydirbarkeit für 1 l Wasser — mg Sauerstoffverbrauch vor der Ozonwirkung	nach der Ozonwirkung	Die Oxydirbarkeit nahm ab um mg	Aus 1 ccm Wasser wuchsen Keime auf gewöhnlicher Nährgelatine vor der Ozonwirkung	nach der Ozonwirkung	Gelatine-Agar mit Nährstoff Heyden vor der Ozonwirkung	nach der Ozonwirkung
10	9. V.	12	1 Th. Spree-, 4 Th. Leitungswasser	7,500	31,100	3,17	2,41	13,1	2,87	4,32	3,52	0,80	16 950	3	32 350	3
		1^{30}		7,560	30,000	3,04	2,27	12,1	2,79	4,32	3,52	0,80	17 700	3	35 000	3
		3		7,440	30,100	3,35	2,56	13,5	2,88	4,40	3,60	0,80	26 950	5	62 900	6
11	15. V.	11	1 Th. Spree-, 4 Th. Leitungswasser	7,200	30,700	3,50	2,77	14,9	2,78	4,40	3,52	0,88	6 750	5	16 650	11
		1		7,200	30,700	3,71	2,94	15,8	2,92	4,48	3,60	0,88	9 000	2	19 700	5
		3		7,320	31,100	3,78	3,08	16,1	2,98	4,48	3,68	0,80	10 000	2	21 550	2
12	24. VI.	11	1 Th. Spree-, 1 Th. Leitungswasser	10,200	40,800	5,45	4,25	21,8	4,43	5,76	4,80	0,96	16 850	[1])	32 150	[1])
		12		9,800	40,000	5,18	4,03	21,1	4,28	5,76	4,80	0,96	17 350	3	50 000	7
		1		10,100	40,000	4,66	3,41	18,5	4,61	5,76	4,80	0,96	19 400	7	42 350	11
13	27. VI	11	1 Th. Spree-, 1 Th. Leitungswasser	9,800	30,000	5,90	4,37	18,1	4,23	6,08	4,88	1,20	10 000	6	22 250	9
		12		10,400	30,000	5,57	3,98	16,1	4,20	6,00	4,88	1,12	10 200	7	25 300	9
		1		10,200	31,000	5,57	4,03	16,9	4,28	6,00	4,88	1,12	8 900	6	27 550	11

war aber niedriger 4,32—4,40 und deshalb sind trotz der höheren Keimzahlen von 16950—26950 nur 3—5 Bakterien übrig geblieben. Dass bei Versuch 3 zuviel Ozon auf Kosten der leblosen organischen Masse verbraucht worden ist, beweist die Differenz der Oxydationsgrössen vor und nach der Ozonwirkung, sie betrug hier 1,60 bis 1,68, im Versuch 10 dagegen nur 0,80 mg.

In diesem Sinne erklärt sich auch der ungünstigere Ausfall von Versuch 8, hier fielen hohe Oxydirbarkeit (5,36—5,68 mg) und grosse Keimzahl (22250—26150) mit der geringen, zur Wirkung gekommenen Ozonmenge (12,6—13,0 mg) zusammen.

Dass der Erfolg mehr von der niedrigen Oxydationsgrösse des Wassers als von der Höhe der Keimzahl abhängt, ging bereits aus den früheren Untersuchungen hervor; mit zunehmender Oxydirbarkeit gelang die Vernichtung der Keime schwieriger, in destillirtem Wasser ging sie sehr rasch von statten[2]). Auch bei diesen neueren Versuchen spielte im Allgemeinen die Oxydationsgrösse die gleiche Rolle. Jedoch muss es befremdend wirken, dass in einzelnen Fällen von niedriger Oxydirbarkeit und niedriger Keimzahl der Erfolg den Erwartungen nicht entsprach. So blieben beispielsweise bei den ersten entnommenen Wasserproben der Versuche 4 und 11 bei einer

[1]) Missglückt.

[2]) Ohlmüller, a. a. O.

Oxydirbarkeit 4,72 bezw. 4,40 mg von den vorhandenen 6200 bezw. 6750 Keimen je 5 übrig. Diese Zahl erscheint zu hoch im Gegensatz zu dem Befunde bei Versuch 6 um 11 Uhr, wo bei einer Oxydirbarkeit von 4,96 mg 15300 Keime bis auf 4 vernichtet wurden. Zur Erklärung dieser Befunde ist die Menge des angewandten Ozons nicht ausreichend. Es kamen Ozon

	auf 1 cbm Luft	in 1 Liter Wasser zur Wirkung	hiervon wurden verbraucht
bei Versuch 4	4,07 g	25,8 mg	2,30 mg
„ „ 11	3,50 g	14,9 mg	2,78 mg
„ „ 6	3,72 g	21,9 mg	3,43 mg.

Hiernach erscheint es wahrscheinlich, dass solche Befunde auf die Gegenwart von Bakterien grösserer Widerstandsfähigkeit zurückzuführen sind. Es entsteht die Frage, ob nicht solche Arten durch Erhöhung der Ozonkonzentration vernichtet werden können. Dies ist nicht der Fall; schon die Zusammenstellung dieser 3 Versuchstheile lässt erkennen, dass die Konzentration mit dem Verbrauch nicht im Verhältniss steht: wo diese am höchsten war (Versuch 4) war der Verbrauch am geringsten. Die Beschaffenheit des Wassers, insbesondere dessen Oxydationsgrösse sowie Keimzahl und Arten sind massgebend für den Erfolg. Eine Konzentration von rund 3,0—5,5 g Ozon in 1 cbm Luft, wie sie in diesen Versuchen angewandt wurde, ist ausreichend. Trotzdem bei der Prüfung der Anlage in Lille Konzentrationen von 5,8—9,5 g angewandt wurden[1]), blieben vereinzelte Keime von Bacillus subtilis lebend. Unter die Grenze von 4—5 g Konzentration zu gehen, hält Abraham[2]) nicht für räthlich.

Vergleicht man das bakteriologische Ergebniss dieser Versuche mit denen von Lille und Oudshoorn, so hat die Versuchsanlage in Martinikenfelde eine befriedigende Leistungsfähigkeit erwiesen. Dass in jenen Anlagen weniger oder keine Keime lebend blieben, ist auf die Beschaffenheit des Wassers, mit welchem dort die Versuche angestellt worden sind, zurückzuführen. In Oudshoorn enthielt das filtrirte Wasser des „Alten Rheins“ 385 Keime bei einer Oxydirbarkeit von 2,5 mg; das Quellwasser von Emmerin bei Lille hatte 988—2200 Keime bei der sehr niedrigen Oxydirbarkeit von 0,8 mg. Bei den zu diesen Versuchen benutzten Wasserarten schwankte die Keimzahl zwischen 5700—48000 und Oxydationsgrössen zwischen 4,24—7,12 mg. In Oudshoorn wurde vollkommene Sterilität erzielt, in Lille gingen vereinzelte Exemplare des Bacillus subtilis hindurch, in diesen Versuchen blieben 1—28 Keime am Leben (auf Gelatineplatten). Trotzdem das Wasser von schlechter Beschaffenheit war, ist wiederholt zu beobachten gewesen, dass eine der beiden Platten, welche diese Mittelzahlen lieferten, steril war; es war dies bei den Versuchen 5, 7, 9 und 10 der Fall.

So bedeutend die keimvernichtende Wirkung des Ozons bei dessen Anwendung auf Wasser ist, so ist doch nicht zu vermeiden, dass vereinzelte Bakterien unberührt bleiben[3]). Es ist dies auf die grössere Widerstandsfähigkeit einzelner Keimarten

---

[1]) Calmette, a. a. O.

[2]) A. a. O, S. 422.

[3]) Von einer Bestimmung dieser Arten wurde abgesehen, da wohl nicht anzunehmen ist, dass es sich um bestimmte, gerade durch die Widerstandsfähigkeit gegen Ozon charakterisirte Arten handelt, vielmehr sind neben der Widerstandsfähigkeit die begleitenden Nebenumstände, welche in der Beschaffenheit des Wassers im Allgemeinen liegen, massgebend. Zudem sind in jedem Wasser die Bakterienarten einem stetigen, zeitigen Wechsel unterworfen.

zurückzuführen, jedenfalls kommt aber auch die Höhe der Oxydirbarkeit des Wassers mit in Betracht. Es wäre eine unbillige Forderung, dass eine Wasserozonisirungsanlage stets ein vollkommen bakterienfreies Wasser liefern soll; bei keinem der bisher bekannten Verfahren einer zentralen Wasserreinigung wird dieser Zustand dauernd erreicht. Dies ist auch vom hygienischen Standpunkte aus nicht nöthig, sondern es wird bei der Sandfiltration, dem Verfahren, welches sich allgemein zur Reinigung von Oberflächenwasser bewährt hat, eine Verminderung der Keimzahl des Reinwassers bis zu 100 im ccm als ausreichend erachtet[1]). Dieses Ziel wird bei dem Ozonverfahren vollkommen erreicht; denn es ist gelungen, im Spreewasser, welches zur Beseitigung der sichtbaren Schwimmstoffe durch Kroehnke-Filter grob filtrirt war, die Keimzahl von 83700—86800 auf 20—28 herabzumindern. Es sei betont, dass das Wasser unterhalb Berlin aus der Spree entnommen ist, nachdem es während seines Laufes durch die Stadt mancherlei Verunreinigungen ausgesetzt war. Bei dem Ozonverfahren wird man ebenso wie bei der Sandfiltration eine thunlichst günstige Beschaffenheit des Rohwassers bevorzugen und schon aus ästhetischen Gründen die Entnahmestelle nicht unterhalb einer Stadt verlegen; hier geschah es nur des Versuches wegen.

Durch die Sandfiltration erfolgt die Verminderung der Keime auf mechanischem Wege, das Ozonverfahren bewerkstelligt diese durch eine chemische Wirkung. Erfahrungsgemäss ist diese bei der Sandfiltration so kräftig, dass bei regelrechter Bedienung der Filter die Möglichkeit einer Infektionsgefahr durch das Reinwasser auf ein zulässiges Mindestmass eingeschränkt wird. Gleichwohl konnten C. Fraenkel und C. Piefke[2]) den Beweis erbringen, dass unter Umständen pathogene Mikroorganismen durch die Filter hindurchtreten; jedoch hat die jahrelange Erfahrung gelehrt, dass der Genuss des durch Sandfiltration gereinigten Oberflächenwassers gebilligt werden kann.

Für das Ozonverfahren war der Nachweis des Verhaltens der pathogenen Mikroorganismen noch zu bringen, zumal sich ergeben hatte, dass widerstandsfähigere Keimarten nach Umständen nicht angegriffen werden. Als Infektionserreger kommen hier vornehmlich diejenigen der Cholera und des Typhus in Betracht. Zur Vorprüfung wurden Versuche in einem kleinen Apparat von gleicher Bauart im Laboratorium vorgenommen. Um die Leistungsfähigkeit dieses Laboratoriumsapparates mit der der Versuchsanlage in Martinikenfelde vergleichbar zu machen, wurde bei demselben die Luft- und Wasserzufuhr so eingestellt, dass in einer Mischung von Spree- und Leitungswasser zu gleichen Theilen die gleiche Verminderung der Keimzahl und Oxydirbarkeit wie dort eintrat. In dieser Einstellung wurden mit dem Apparat Aufschwemmungen von Cholera- und Typhusbakterien behandelt (zum Vergleich wurden auch Colibakterien herangezogen), welche aus 1—3 Tage alten, bei 30° gewachsenen Agrarkulturen in sterilisirtem Spreewasser oder einer Mischung von solchem zu

---

[1]) Vergl. die „Grundsätze für die Reinigung von Oberflächenwasser durch Sandfiltration zu Zeiten der Choleragefahr", mitgetheilt in der Abhandlung von Pannwitz, die Filtration von Oberflächenwasser in den deutschen Wasserwerken während der Jahre 1894—1896. Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamt Bd. XIV, S. 159.

[2]) Versuche über die Leistungen der Sandfiltration. Zeitschrift für Hygiene Bd. VIII, S. 30.

gleichen Theilen mit Leitungswasser hergestellt waren; Mischwasser wurde verwendet, um verschiedene Oxydationsgrössen zu erzielen. Es wurden dabei die betreffenden Bakterien in solchen Mengen aufgeschwemmt, dass sich Keimzahlen ergaben, wie sie für solche Arten in gewöhnlich verunreinigtem Wasser nicht vorkommen, und dies geschah, einerseits um die Versuche zu forciren, anderseits um die Thatsache zu berücksichtigen, dass die Ozonwirkung durch die Höhe der Keimzahl und Oxydirbarkeit beeinflusst wird. Vor und nach der Ozoneinwirkung wurden von dem Wasser je zwei Gelatineplatten angelegt; erstere wurden nach zwei, letztere nach zehn Tagen ausgezählt. Es wurden folgende Ergebnisse gewonnen:

In 1 l Luft waren mg Ozon bezw. in 1 cbm g	Oxydirbarkeit für 1 l Wasser mg Sauerstoffverbrauch vor der Ozonwirkung	nach der Ozonwirkung	Die Oxydirbarkeit nahm ab um mg	Keimzahl nach der Ozonwirkung
a) Cholera in sterilisirtem Spreewasser; 1 ccm enthielt 16350 Keime; Kultur 1 Tag alt bei 30°.				
5,49	7,92	6,88	1,04	0
4,53	7,92	6,96	0,96	0
3,45	7,92	7,04	0,88	0
2,88	7,92	7,12	0,80	0
b) Cholera in sterilisirtem Spree- und Leitungswasser zu gleichen Theilen; 1 ccm enthielt 17850 Keime; Kultur 1 Tag alt bei 30°.				
5,19	5,72	5,00	0,72	0
4,41	5,72	4,88	0,84	0
3,39	5,72	5,04	0,68	0
2,61	5,72	5,04	0,68	0
c) Typhus in sterilisirtem Spreewasser; 1 ccm enthielt 39050 Keime; Kultur 1 Tag alt bei 30°.				
4,89	8,40	7,36	1,04	0
4,20	8,40	7,52	0,88	0
3,54	8,40	7,60	0,80	0
2,73	8,40	7,76	0,64	0
d) Typhus in sterilisirtem Spree- und Leitungswasser zu gleichen Theilen; 1 ccm enthielt 31400 Keime; Kultur 3 Tage alt bei 30°.				
5,31	5,60	4,64	0,96	0
4,56	5,60	4,72	0,88	0
3,24	5,60	4,68	0,92	0
2,40	5,60	4,76	0,84	0
e) Coli in sterilisirtem Spreewasser; 1 ccm enthielt 30600 Keime; Kultur 1 Tag alt bei 30°.				
5,28	7,84	6,88	0,96	0
4,56	7,84	6,96	0,88	0
3,42	7,84	6,88	0,96	0
2,49	7,84	6,96	0,88	0
f) Coli in sterilisirtem Spree- und Leitungswasser zu gleichen Theilen; 1 ccm enthielt 36000 Keime; Kultur 1 Tag alt bei 30°.				
5,31	5,84	5,04	0,80	0
4,44	5,84	5,04	0,80	0
3,30	5,84	5,20	0,64	0
2,64	5,84	5,24	0,60	0

Gegen diese Versuche kann man einwenden, dass sie die Abtödtung der angewandten Bakterienarten nicht einwandfrei beweisen, indem man annehmen kann, dass dieselben durch die Einwirkung des Ozons die Fähigkeit eingebüsst haben, auf der Gelatine auszuwachsen. Es wurden daher mit dem kleinen Laboratoriumsapparat unter den gleichen Verhältnissen für den Durchfluss von Luft und Wasser noch zwei weitere Vorversuche angeschlossen, bei welchen Cholerabakterien dem nicht sterilisirten Wasser zugesetzt und der Nachweis derselben mittelst des Anreicherungs-Verfahrens (durch Pepton-Kochsalz-Lösung) geführt wurde. Die Ergebnisse waren folgende:

Art des Wassers	In 1 l Luft waren mg Ozon bezw. in 1 cbm g	Oxydirbarkeit für 1 l Wasser mg Sauerstoffverbrauch		Die Oxydirbarkeit nahm ab um mg	Gesammtzahl[1]) der Keime in 1 ccm Wasser einschliesslich der zugesetzten Cholerabakterien	
		vor der Ozonwirkung	nach der Ozonwirkung		vor der Ozoneinwirkung	nach der Ozoneinwirkung
Spree- und Leitungs-Wasser zu gleichen Theilen	3,48	6,16	5,28	0,88	45170	6
	3,54	6,24	5,28	0,96	43890	5

Diese beiden Versuche mit dem kleinen Apparat geben dasselbe Bild, wie es bei der grossen Versuchsanlage in Martinikenfelde beobachtet worden ist, nämlich die Verminderung der Oxydirbarkeit und der Keimzahl in gleichem Maasse. Die Leistungsfähigkeit des kleinen Apparates war sonach auf die der grossen Anlage richtig eingestellt.

Während der beiden Versuche wurden von dem nicht behandelten Wasser je 2, von dem ozonisirten je 6 Proben Wasser zu je 90 ccm entnommen und diese dem Anreicherungsverfahren unterzogen: in dem nicht ozonisirten Wasser konnten die Cholerabakterien nachgewiesen werden, in dem ozonisirten waren sie vernichtet.

Nach diesen letzten beiden Vorversuchen wurden zwei entscheidende Hauptversuche in der grossen Wasserozonisirungsanlage ausgeführt, bei welchen einer abgemessenen Wassermenge Cholera- oder Typhus-Bakterien zugesetzt wurden. Dabei wurden Vorsichtsmassregeln getroffen, welche die Möglichkeit einer Verschleppung der pathogenen Bakterien ausschlossen. Der Weg des ozonisirten Wassers vom Ueberlaufbassin nach dem Sammelbassin wurde vermauert (siehe Abbildung S. 419). Das Anschlussrohr des Kroehnke-Filters nach dem Bassin für filtrirtes Wasser wurde beseitigt und die Anschlussmuffe dicht verschraubt; unter dem Hahn A′ wurde eine Schale mit Sublimatlösung angebracht, um etwa abtropfendes Wasser zu desinfiziren. Der Hahn erwies sich übrigens so dicht schliessend, dass kein Wasser abtropfte. Die zu infizirende Wassermenge im Bassin wurde so gross gewählt, dass sie in dem vermauerten Ueberlaufbassin vollständig beherbergt werden konnte. Hierdurch war es möglich, alles angewandte Wasser zu sterilisiren; dies geschah durch Aufkochen mit Dampf. Zu diesem Zwecke führte eine Dampfleitung aus einem Kessel von 10 Atmosphären Druck in das Ueberlaufbassin und in das Bassin für filtrirtes Wasser.

[1]) Die aus dem nicht behandelten Wasser angelegten Platten wurden nach 2 Tagen, die anderen nach 10 Tagen ausgezählt.

Der Verlauf der beiden Versuche war folgender: Zuerst wurde das Bassin für filtrirtes Wasser mit 1,5 cbm Wasser (Mischwasser von Spree- und Leitungswasser) angefüllt. Für den Choleraversuch kam dasselbe ohne weitere Vorbereitung zur Verwendung; für den Typhusversuch wurde dasselbe einmal mit Dampf zum Sieden erhitzt, um durch Abtödtung der Wasserbakterien die schwierige Typhus-Diagnose zu erleichtern. Wie sich später herausstellte, war die Sterilisation des Wassers keine vollständige; vielleicht war die Anwendungsdauer der Siedehitze nicht ausreichend, sicher sind aber während der Abkühlung, welche durch Stehenlassen des Wassers über Nacht und durch Einsetzen eines Eisschwimmers bewerkstelligt wurde, Keime zu demselben gerathen.

Zu dem Wasser in natürlichem Zustande wurde eine Aufschwemmung von Cholerabakterien, zu dem aufgekochten eine solche von Typhusbazillen zugesetzt. Beide Kulturen (Agar) waren 1 Tag alt und bei 37 ° gewachsen. Die Zugabe von Cholerabakterien geschah in dem Maasse, dass schätzungsweise im ccm Wasser 2000 waren; über die Anzahl der Typhusbazillen giebt annähernden Aufschluss die Bestimmung der Keimzahl auf Gelatineplatten. Zur gleichmässigen Vertheilung der pathogenen Bakterien wurde das Wasser kräftig umgerührt.

Inzwischen war die Ozonanlage in Gang gesetzt worden, um die Eismaschine auf ihre volle Leistungsfähigkeit zur Trocknung der Luft zu bringen und die gewünschte Konzentration für Ozon einzustellen. Nachdem so die Anlage in geordnetem Betrieb war, wurde während desselben das infizirte Wasser durch den Sterilisationsthurm gelassen. Dabei wurden Wasserproben zur Bestimmung der Oxydirbarkeit und der Keimzahl, ferner solche zur Ermittelung der pathogenen Bakterien entnommen, und zwar von letzteren je 2 von dem nicht behandelten, je 10 Proben von dem ozonisirten Wasser, welche bei Cholera 180 ccm, bei Typhus 100 ccm an Inhalt betrugen.

Nach Beendigung des Versuches wurde das Bassin für filtrirtes Wasser bis zu 1,75 cbm Wasser aufgefüllt. Hierauf wurde in dieses und in das Ueberlaufbassin Dampf aus dem Dampfkessel eingeleitet; in letzterem wurde das Dampf-(Blei-)Rohr zunächst in das Innere des Sterilisationsthurmes geschoben, um das dort befindliche Wasser zum Sieden zu bringen; hiernach wurde das äussere Wasser im Ueberlaufbassin in gleicher Weise behandelt. Nachdem in beiden Bassins die Siedehitze eine halbe Stunde angedauert hatte, wurde unter Erhaltung derselben das Wasser im Bassin für filtrirtes Wasser nach dem Ueberlaufbassin abgelassen und zur Sterilisirung des Verbindungsrohres nach dem Sterilisationsthurm 10 l Alkohol nachgespült. Im Ueberlaufbassin wurde die Siedehitze noch eine Viertelstunde erhalten, und dann dessen Inhalt nach einer frisch aufgeworfenen Sandgrube von 1,5 m Tiefe abgelassen und die Grube wieder geschlossen. In weiterer Umgebung der Grube befindet sich kein Brunnen. Um das Innere des Thurmes zu sterilisiren, wurde eine Stunde lang ozonisirte Luft hindurchgeleitet. Durch solche Vorsichtsmassregeln war eine Verschleppung vollkommen ausgeschlossen. Erwähnt sei noch, dass während der beiden Versuche den Betrieb der Ozonerzeugung der Ingenieur Friberg leitete; mit dem infizirten und ozonisirten Wasser kam ausser den beiden Berichterstattern niemand in Berührung.

Von den Ergebnissen der Versuche seien zunächst die auf die allgemeine Untersuchung bezüglichen mitgetheilt:

	Wassermenge, berechnet auf 1 Stunde cbm	Luftmenge, berechnet auf 1 Stunde cbm	1 cbm Luft enthielt Ozon g	Oxydirbarkeit für 1 l Wasser mg Sauerstoffverbrauch vor der Ozonisirung	Oxydirbarkeit für 1 l Wasser mg Sauerstoffverbrauch nach der Ozonisirung	Die Oxydirbarkeit nahm ab um mg	Gesammtzahl[1]) der Keime in 1 ccm Wasser einschliesslich der zugesetzten pathogenen Bakterien vor der Ozoneinwirkung auf Gelatineplatten	Gesammtzahl[1]) der Keime in 1 ccm Wasser einschliesslich der zugesetzten pathogenen Bakterien nach der Ozoneinwirkung auf Gelatineplatten
Cholerabakterien in 1 Theil Spree-, 2 Theilen Leitungswasser	7	38	3,76	4,64	4,00	0,64	38330	8
Typhusbazillen in 2 Theilen Spree-, 1 Theil Leitungswasser, Wasser aus kondensirtem Dampf	7	38	3,79	9,36	8,16	1,20	16590	9[2])

Die beiden Versuche verliefen regelrecht; sie hatten das gleiche Ergebniss wie die früheren, nämlich die Abnahme der Oxydirbarkeit und die beträchtliche Verminderung der Keimzahl des Wassers. Besonders bemerkenswerth ist, dass bei dem Typhusversuch eine so hohe Oxydationsgrösse vorhanden war, wie sie bei den früheren Versuchen niemals beobachtet war. Dadurch gewinnt dieser Versuch an Bedeutung, da auch die Keimzahl, wenn auch niedriger als bei dem Choleraversuch, doch nicht klein zu nennen ist.

Die Proben zur Ermittelung der pathogenen Keime wurden weiter behandelt. Bei denen des Choleraversuches wurde nach Zusatz von Pepton und Kochsalz das Anreicherungsverfahren angewandt. Von dem angereicherten Wasser (Oberfläche) wurden Ausstriche auf Agarplatten gemacht. Hiervon wurden nach 18 Stunden die choleraverdächtigen Kolonien zur weiteren Behandlung durch Gelatineplatten und Anstellung der Choleraroth-Reaktion abgeimpft. Zum Vergleich diente die Stamm-Cholerareinkultur, mit welcher das Wasser infizirt war. Der Nachweis der Cholerabakterien in dem infizirten, nicht ozonisirten Wasser gelang in den beiden Proben durch die Gelatinekultur und die Nitrosoindol-Reaktion. In gleicher Weise wurden die 10 Proben des ozonisirten Wassers behandelt; hier blieb bei sämmtlichen Kulturen, welche als choleraverdächtig abgestochen worden waren, die Cholerarothreaktion aus. — Der Nachweis der Typhusbazillen wurde ebenfalls durch ein Anreicherungsverfahren eingeleitet, nämlich durch Zugabe von Nährbouillon zu gleichen Theilen des zu untersuchenden Wassers und 18stündigem Verweilen der Proben bei Bruttemperatur von 37°; hiernach wurden Ausstriche auf Agarplatten gemacht. Von

[1]) Die aus dem nicht behandelten Wasser angelegten Platten wurden nach 2 Tagen, die anderen nach 10 Tagen ausgezählt.

[2]) Die Keime entstammen denjenigen, welche durch Aufkochen nicht abgetödtet worden oder während der Abkühlung des Wassers hinzugetreten sind; typhusähnliche befanden sich unter ihnen nicht.

den typhusähnlichen Kulturen wurden Agarreinkulturen angelegt und diese mit der Stamm-Typhuskultur, welche zur Infektion des Wassers gedient hatte, sowie einer Reinkultur von Bacteriun coli commune durch die üblichen Methoden der Diagnostik des Typhus verglichen. Aus dem infizirten, nicht ozonisirten Wasser wurden Kulturen gewonnen, welche sich im gefärbten Präparate, im hängenden Tropfen, durch das Wachsthum auf Gelatine, Agar und Kartoffeln, durch ihr Verhalten in steriler Milch, Traubenzuckerbouillon, Lakmusmolke und der eiweissfreien Nährlösung nach Maassen und insbesondere durch die R. Pfeiffer'sche Immmunitätsreaktion als Typhusbazillen kennzeichneten. Dagegen erwiesen sich 26 typhusverdächtige Reinkulturen, welche von Agarausstrichplatten aus den mit Ozon behandelten Wasserproben hergestellt waren, bei der Prüfung mit den genannten Methoden nicht als Typhusbazillen.

Durch diese beiden Versuche ist somit erwiesen, dass durch die Behandlung des Wassers mit Ozon in einer solchen Anlage wie die in Martinikenfelde die Bakterien der Cholera und des Typhus vernichtet werden. Besonders gefestigt wird dieser Befund noch dadurch, dass die im Allgemeinen widerstandsfähigeren Typhusbazillen trotz der hohen Oxydirbarkeit des Wassers ebenso sicher zu Grunde gingen als die weniger widerstandsfähigen Cholerabakterien.

Das Ergebniss der chemischen und physikalischen Prüfung.

Von einem Verfahren, welches irgend ein Wasser, Grund- oder Oberflächenwasser, geeignet zum Genuss machen soll, muss man verlangen, dass die zu beanstandenden Bestandtheile des Wassers beseitigt oder auf ein zulässiges Maass vermindert werden, dass die gelösten Stoffe, welche wir bei einem einwandsfreien Trinkwasser als Vortheil schätzen, nicht wesentlich verändert werden, und dass durch das Verfahren nicht fremdartige Bestandtheile zu dem Wasser hinzutreten, welche dessen Eigenschaften als Nahrungs- und Genussmittel nachtheilig beeinflussen.

In welcher Weise die ungelösten Bestandtheile des Wassers von diesem Verfahren betroffen worden sind, wurde bereits dargelegt. Die sichtbaren Schwimmstoffe wurden durch das Kroehnke-Filter beseitigt, die Bakterien wurden durch die Einwirkung des Ozons bis auf wenige abgetödtet. Es ist allerdings nicht erwiesen, ob die Zellkörper der abgetödteten Bakterien vollkommen durch Oxydation zerstört werden; jedoch ist diese Menge organischer Substanz selbst bei sehr bakterienreichem Wasser wegen ihrer Kleinheit völlig belanglos. Ueber die Beeinflussung der gelösten Stoffe geben die chemischen Analysen des Wassers Aufschluss; die gewonnenen Werthe bewegen sich zwischen folgenden Grenzen: Es enthielt 1 l Wasser Milligramm

	Rückstand bei 110°	Oxydirbarkeit (Sauerstoff-Verbrauch)	Ammoniak	Salpetrige Säure	Salpetersäure
Filtrirtes Spreewasser	181,4—204,2	6,16—7,12	0,2—0,3	0	0 bis Spur
Mischwasser . . .	232,8—330,0	4,24—6,16	Spur bis 0,24	0	0 „ „
Ozonisirtes Wasser .	181,2—330,0	3,44—5,44	„ „ 0,24	0	0 „ „

Die Rückstandszahlen lassen erkennen, dass das Gewicht der gelösten, nicht flüchtigen Bestandtheile des Wassers durch die Ozoneinwirkung nicht verändert worden ist; sie bewegen sich bei dem ozonisirten Wasser innerhalb der gleichen Grenzen, wie bei dem Spree- und Mischwasser. Dagegen ist eine wesentliche Verminderung der oxydablen Stoffe eingetreten; dies bedeutet eine Verbesserung des Wassers. Bei der hohen Oxydationskraft des Ozons musste es verwundern, dass die Stickstoffverbindungen so wenig berührt wurden; es durfte zum Mindesten erwartet werden, dass freies Ammoniak zu Salpetersäure oxydirt wird. Hierüber gaben besondere Versuche Aufschluss, welche mit dem kleinen Laboratoriumsapparat an Lösungen verschiedener Konzentrationen in destillirtem Wasser angestellt wurden.

Froehlich[1]) hatte früher schon nachgewiesen, dass bei der Ozonisirung der Luft aus dem Stickstoff nach Umständen kleine Mengen von salpetriger und Salpeter-Säure, aber nie Stickoxyd gebildet werden. Diese Beobachtung erklärt sich dadurch, dass aus Stickstoff und Sauerstoff beim Durchschlagen eines elektrischen Funkens Salpetersäure gewonnen wird[2]). Durch Vorversuche konnte bestätigt werden, dass im Ozonapparat ein geringer Theil des Luftstickstoffs in Salpetersäure übergeführt wird[3]); niedrigere Oxydationsstufen, insbesondere salpetrige Säuren sind hierbei nicht aufgetreten. Es ergab sich:

Dauer des Versuches in Sekunden	Menge der angewandten Luft in Litern	1 l Luft enthält mg Ozon	Gesammtmenge Ozon mg	Gesammtmenge Salpetersäure (N_2O_5)
455	20	3,00	60,0	7,28
540	20	3,96	79,2	8,78
490	20	8,4	168,0	16,80
230	10	10,44	104,4	12,79

Um ein klares Bild über die Einwirkung des Ozons auf im Wasser befindliches Ammoniak und dessen Salze zu erhalten, wurde die aus der Luft herrührende Salpetersäure dem Ozon durch Vorlage von konzentrirter Natronlauge entzogen. Die Bildung von Salpetersäure im Wasser war bei diesen Versuchen so gering, dass ihre quantitative Bestimmung nicht mehr lohnend war; es konnten vielmehr nur die Färbungsgrade des Blau der Diphenylamin-Schwefelsäure festgelegt werden. In der nachstehenden Tabelle ist das Auftreten von Salpetersäure angezeigt

durch 0 keine Spur
+ kaum sichtbare Spur
++ sehr geringe Spur
+++ geringe Spur
++++ Spur.

[1]) Elektrotechnische Zeitschrift 1891. S. 343.

[2]) Vergl. Graham-Otto's Lehrbuch der Chemie 1881, zweite Abtheilung. S. 152.

[3]) Ein mit ozonisirter Luft behandeltes Wasser nimmt hierdurch schätzungsweise 1—2 mg Salpetersäure im Liter auf.

Das Ergebniss war folgendes:

Kubikcentimeter Wasser in 1 Minute	Liter Luft in 1 Minute	1 Liter Luft enthielt mg Ozon	In 1 Liter Wasser waren Milligramme Ammoniak						
			5	10	20	30	40	50	100
			als freies Ammoniak						
40	2	2,5	0	0	0	0	++	++	+++
40	2	4,0	0	0	+	+	+++	+++	+++
40	2	5,5	0	+	+++	+++	++++	++++	++++
40	2	10,0	+	++	++++	++++	++++	++++	++++
			als kohlensaures Ammoniak						
40	2	2,5	0	0	0	0	0	0	0
40	2	4,0	0	0	0	0	0	0	0
40	2	5,5	0	0	0	0	0	0	0
40	2	10,0	0	0	0	0	0	0	0
			als salzsaures Ammoniak						
40	2	2,5	0	0	0	0	0	0	0
40	2	4,0	0	0	0	0	0	0	0
40	2	5,5	0	0	0	0	0	0	0
40	2	10,0	0	0	0	0	0	0	0

Das freie Ammoniak wurde sonach nur in stärkerer Konzentration oder bei hohem Ozongehalt und dann nur schwach oxydirt; in gebundener Form als Karbonat oder Chlorid wurde das Ammoniak gar nicht beeinflusst.

Anders verhielt sich die freie und gebundene salpetrige Säure. Diese Versuche lieferten folgendes Ergebniss:

Kubikcentimeter Wasser in 1 Minute	Liter Luft in 1 Minute	1 Liter Luft enthielt mg Ozon	In 1 Liter Wasser waren mg salpetrige Säure			
			5	10	20	50
			als freie salpetrige Säure; davon sind zu Salpetersäure oxydirt %			
50	3	2,30	100	60	45	20
50	3	3,50	100	75	50	30
50	3	4,30	100	80	55	35
50	3	6,00	100	100	75	45
			an Natrium gebunden; davon sind zu Salpetersäure oxydirt %			
50	3	2,80	100	95	85	70
50	3	3,50	100	100	94	80
50	3	4,30	100	100	100	87
50	3	6,00	100	100	100	92

Hier ist im Gegensatz zu dem Befund bei dem Ammoniak zu beobachten, dass bei stärkeren Verdünnungen die Oxydation kräftiger eintritt. Weiterhin fällt besonders auf, dass von der gebundenen salpetrigen Säure mehr oxydirt wurde als von der freien; diese Thatsache erklärt sich durch die alkalische Reaktion des salpetrigsauren

Natriums. Es hat sich nämlich ergeben, dass das Ozon auf die oxydablen Stoffe stärker einwirkt bei alkalischer, als bei saurer und neutraler Reaktion des Wassers:

Art des Wassers	Reaktion des Wassers in natürlichem Zustande oder verändert durch Zusatz von 10 ccm Normal-Schwefelsäure bezw. Natronlauge zu 1 l	Durch den Apparat gingen in 1 Minute		1 l Luft enthielt mg Ozon	Oxydirbarkeit für 1 l Wasser — mg Sauerstoffverbrauch		Die Oxydirbarkeit nahm ab um mg
		l Luft	ccm Wasser		vor der Ozonwirkung	nach der Ozonwirkung	
Spreewasser	neutral	3	50	4,3	7,84	6,64	1,20
	sauer	3	50	4,3	7,84	6,48	1,36
	alkalisch	3	50	4,3	7,84	5,36	2,48
Spree- und Leitungswasser zu gleichen Theilen	neutral	3	50	3,0	6,24	5,20	1,04
	sauer	3	50	3,0	6,24	5,20	1,04
	alkalisch	3	50	3,0	6,24	4,80	1,44

Es darf daran erinnert werden, dass bekanntlich die Ermittelung der Stickstoffverbindungen im Wasser für die Beurtheilung nur insofern geschieht, als man aus ihrer Anwesenheit einen Schluss auf die Art der Verunreinigung ziehen kann; im physiologischen Sinne sind sie in den Mengen, in welchen sie im Trinkwasser aufzutreten pflegen, gleichgültig. Daher sind auch die geringen Veränderungen, welche sie durch die Einwirkung des Ozons erfahren, belanglos.

Im Wesentlichen wird die chemische Zusammensetzung des Wassers ausser der Verminderung der Oxydirbarkeit durch die Ozonbehandlung insofern beeinflusst, dass Ozon in Lösung geht. Dieses zerfällt aber in gewöhnlichen Sauerstoff und zwar um so rascher, je höher die Oxydirbarkeit des Wassers vor der Behandlung war; in der Regel war nach 15—20 Sekunden kein Ozon mehr nachweisbar. Eine nachtheilige Wirkung des Ozons auf die Rohrleitung ist daher ausgeschlossen. Dagegen bedeutet die Anreicherung des Wassers mit Sauerstoff ebenso wie die Verminderung der Oxydirbarkeit eine Verbesserung.

In physikalischer Beziehung wurde beobachtet, dass die gelbliche Färbung des Flusswassers vollkommen verschwindet; das ozonisirte Wasser war stets farblos und klar. Ein fremdartiger Geschmack oder Geruch wurden an demselben niemals wahrgenommen.

Um jederzeit die Gewähr zu haben, dass die Ozonanlage in allen ihren Theilen richtig funktionirt, hat der Ingenieur Friberg sinnreiche, automatisch thätige Apparate erfunden. Sobald Störungen in der Luftzufuhr oder der Ozonerzeugung auftreten, ertönt ein Glockenzeichen, und das Herabfallen einer Klappe an einer Signaltafel zeigt die Ursache der Störungen; gleichzeitig wird aber der Zufluss des Wassers zum Sterilisationsthurm automatisch abgestellt. Auf diese Weise ist es unmöglich, dass Wasser aus der Anlage herausgelangen kann, welches nicht der Ozoneinwirkung ausgesetzt war.

Ueber die Kosten des Verfahrens macht Erlwein[1]) folgende Angaben:

[1]) A. a. O.

Nach einer Rentabilitäts-Berechnung, nach welcher reichliche Kalkulationswerthe eingesetzt sind, stellen sich sämmtliche Unkosten, einschliesslich Pumpkosten und Amortisation für das Netz für den Kubikmeter auf 5,081 Pfg (davon auf Ozonisirung 1,726 Pfg), wobei nach Vorstehendem also angenommen ist, dass in der Anlage Ozonplattenapparate, Eismaschine zur Lufttrocknung und Schnellfilter zur Wasservorfiltration zur Anwendung gelangen. Die Kalkulationswerthe setzen sich aus folgenden Posten zusammen:

1.	Energiekosten (Wasserförderung für Ozonthurm und Netz, Ozonisirung [Lufttrocknung, Ozonerzeugung], Schnellfiltration, Licht) bei einem Preis der PS-Stunde von 5 Pfg . . . . (Davon für Ozonisirung 1,086 Pfg).	2,224 Pfg.
2.	Betriebskosten (Löhne, Reinigung der Filter) Reparaturen etc. . . . (Davon für Ozonisirung 0,229 Pfg.)	0,614 „
3.	Verzinsung und Amortisation des Wasserwerkes . . . . (Davon für Ozonisirung 0,411 Pfg.)	1,098 „
4.	Verzinsung und Amortisation des Rohrnetzes	1,095 „
		5,081 Pfg.

Das Ergebniss dieser Arbeit lässt sich in folgende Sätze zusammenfassen:

1. Durch die Behandlung des Wassers mit Ozon tritt eine beträchtliche Vernichtung der Bakterien ein; in dieser Hinsicht übertrifft das Ozonverfahren im Allgemeinen die Abscheidung der Bakterien durch centrale Sandfiltration.

2. Im Wasser aufgeschwemmte Bakterien der Cholera und des Typhus werden durch das Verfahren vernichtet.

3. In chemischer Beziehung wird das Wasser durch das Verfahren nur in sofern beeinflusst, dass eine Abnahme der Oxydirbarkeit und eine Zunahme des freien Sauerstoffs eintritt; beides bedeutet eine Verbesserung des Wassers.

4. Das Ozon, welches bei dem Verfahren das Wasser in Lösung nimmt, ist in technischer und gesundheitlicher Beziehung belanglos, da es sehr rasch in die Form von Sauerstoff übergeht.

5. Das Verfahren verbessert das Wasser durch Zerstörung färbender Substanzen und

6. durch dasselbe nimmt das Wasser keinen fremdartigen Geschmack oder Geruch an.

Das Ozonverfahren ist somit befähigt, für die centrale Reinigung des Trinkwassers in geeigneten Fällen in Wettbewerb mit den übrigen bekannten und erprobten Reinigungsverfahren zu treten. Wie bei jedem anderen Verfahren wird man auch bei diesem auf die Beschaffenheit des Rohwassers Bedacht nehmen und insbesondere die Höhe der Oxydirbarkeit berücksichtigen müssen.

Beitrag zur Kenntniss der Nährböden für die Bestimmung der Keimzahl im Wasser.

Von

Dr. Fr. Prall,

Hülfsarbeiter im Kaiserlichen Gesundheitsamte.

Seit der Einführung erstarrender Nährböden in die bakteriologische Forschung durch R. Koch sind in dieser Richtung für die Untersuchung des Wassers mannigfache Vorschläge zur Abänderung des Nährbodens gemacht worden. Als gallertbildende Grundlage dieser Nährböden finden zur Zeit fast ausschliesslich Gelatine und Agar-Agar (oder kurz Agar) Verwendung. Während früher mehr die Gelatine allein in Betracht kam, benutzt man in den letzten Jahren auch vielfach Agar. Namentlich Hesse und Niedner[1]) heben die Vorzüge des Agars hervor, das sie in Verbindung mit der Albumose „Nährstoff Heyden" als Nährboden für Wasserbakterien anwenden. Gocht[2]) und Thomann[3]) haben ebenfalls Agar benutzt, aber mit Fleischwasser und Pepton zusammen, sie haben weniger günstige Resultate erhalten, auch Abba[4]) ist mit den bei der Verwendung von Agarnährböden für die Bestimmung der Keimzahl im Wasser erzielten Ergebnissen nicht zufrieden. Dagegen berichtet Edwin Oakes Jordan[5]), dass er mit Fleischwasserpeptonagar höhere Keimzahlen im Michiganseewasser gefunden habe als mit anderen Nährböden. Auch in den Standard-Methoden[6]), welche amerikanische Hygieniker und Chemiker für die bakteriologische Wasseruntersuchung ausgearbeitet haben, wird Fleischwasserpeptonagar neben Fleischwasserpeptongelatine empfohlen, besonders bei stark verunreinigten Wässern. In demselben Sinne hat sich schon früher Kràl[7]) ausgesprochen, der stets Agarplatten neben Gelatine-

---

[1]) Hesse und Niedner, Die Methodik der bakteriologischen Wasseruntersuchung, Zeitschrift für Hygiene u. s. w. 1898, Bd. XXIX, S. 454.

[2]) Vergl. Th. Weyl, Handbuch der Hygiene, Bd. I, S. 585.

[3]) J. Thomann, Untersuchungen über den gegenwärtigen Stand der Frage der Verunreinigung der Limmat durch die Abwässer der Stadt Zürich, Zeitschrift für Hygiene u. s. w. 1900, Bd. XXXIII, S. 1.

[4]) Abba, Ueber die Nothwendigkeit, die Technik der bakteriologischen Wasseruntersuchung gleichförmiger zu gestalten, Zeitschrift für Hygiene u. s. w. 1900, Bd. XXXIII, S. 372.

[5]) Edwin Oakes Jordan, Some observations upon the bacterial selfpurifikation of streams, Journal of experimental medicine, Vol. V, No. 3, S. 283.

[6]) Standards methods of water-analysis, The Engineering Record 1901, Vol. 44, No. 13, S. 296.

[7]) Franz Kràl, Ueber bakteriologische Wasseruntersuchungen, Prager Medicinische Wochenschrift 1891, Bd. XVI, S. 481.

kulturen angelegt haben will, schon deswegen, weil die pathogenen Mikroorganismen in der Regel höhere Temperaturoptima haben als die meisten in unseren Breiten vorkommenden Wasser- und Bodenbakterien, und es demnach besser ist, diese bei Körpertemperatur auskeimen zu lassen, was nur mit Agarplatten möglich ist. In allerneuester Zeit hat noch Walbaum[1]) vergleichende Versuche mit Fleischwasserpeptonagar und Fleischwasserpeptongelatine gemacht, die sich allerdings auf die Aussaat von reinen und bakterienarmen Wässern (unter 2000 Keime im ccm Wasser) beschränken. Auf Grund seiner Versuchsergebnisse schlägt er vor, dass man zur Keimgehaltsbestimmung im Wasser als geeigneten Nährboden im allgemeinen nur Fleischwasserpeptonagar verwende, dagegen auch noch Gelatine, wenn man auch über die Art der Bakterien Aufschluss erlangen wolle.

Zur Klärung der Frage, welches von den beiden Nährsubstraten, Gelatine und Agar bei der Ermittelung des Keimgehalts im Wasser die besten Dienste leistet, in sofern, als auf ihm die Bakterien am besten und schnellsten zur Entwicklung kommen, wurden im hygienischen Laboratorium des Kaiserlichen Gesundheitsamts die nachstehenden Versuche mit Gelatine und Agar angestellt. Der Weg, der bei diesen Versuchen zunächst eingeschlagen wurde, war leicht gegeben. Es wurden die Resultate von Plattenkulturen bei der Verwendung von Gelatine- und Agarnährböden verglichen und neben diesen noch Mischungen von verschiedenem Gehalt beider Nährböden benutzt, welche die Vorzüge beider in sich vereinigen sollten. Mischungen von Gelatine und Agar haben sich zu bakteriologischen Kulturzwecken schon früher als vortheilhaft erwiesen. Plaut[2]) gebraucht solche Mischung bei der Herstellung von Dauerpräparaten aus Plattenkulturen. Wilfarth[3]) hebt die Vorzüge von Gelatine-Agarmischungen gegenüber dem Agarnährboden hervor, er betont besonders, dass sie einige Grade niedriger erstarren und besser am Glase haften als Agar und dass sie nicht völlig zerfliessen durch das Wachsthum peptonisirender Bakterienarten. Auch Heim[4]), Richter[5]) und andere empfehlen einen Zusatz von Gelatine zum Agarnährboden, um das lästige Abgleiten der Agarmasse vom Glase der Kulturgefässe zu verhindern. Im Besonderen für die Plattendiagnose des Choleravibrio hat Elsner[6]) Versuche mit verschiedenen Mischungen von Gelatine und Agarnährböden gemacht, aber keine zufriedenstellenden Resultate erzielt und zieht daher hochprozentige Gelatine den Gelatineagarmischungen vor, während Freymuth und Lickfett[7]) die charakteristischen Komma-

[1]) Herm. Walbaum, Zur Methodik der bakteriologischen Wasseruntersuchung mit Angaben über Bereitung des Nähragars, Centralblatt für Bakteriologie u. s. w., I. Abth. 1901, Bd. XXX, S. 790.

[2]) Plaut, Ueber eine neue Methode zur Konservirung und Weiterzüchtung von Gelatinekulturen, Fortschritte der Medizin 1886, Bd. IV, S. 419.

[3]) Wilfarth, Ueber eine Modifikation der bakteriologischen Plattenkulturen, Deutsche Medicinische Wochenschrift 1887, Nr. 28, S. 618.

[4]) Heim, Lehrbuch der Bakteriologie 1898, S. 77.

[5]) Richter, Agar-Agarnährsubstanz für Bakterienkulturen, Berliner Klinische Wochenschrift 1887, Nr. 32, S. 600.

[6]) Elsner, Untersuchungen zur Plattendiagnose des Choleravibrio, Archiv für Hygiene, 1894, Bd. XXI, S. 123.

[7]) Freymuth und Lickfett, Laboratoriumscholera, beobachtet und mit dem modificirten Lickfett'schen Verfahren in sechs Stunden bakteriologisch diagnosticirt, und Nochmals zur Diagnose der Cholera mittelst Agarplatten, Deutsche Medicinische Wochenschrift 1893, S. 456 und 1389.

formen am besten und schnellsten auf Glycerin-Agar-Gelatineplatten erhielten. B. Fischer[1]) versetzt Gelatinenährböden in den Tropen mit Agar, weil die gewöhnliche Gelatine ohne diesen Zusatz dort nicht verwendbar ist.

Der bei den Versuchen benutzte Gelatinenährboden wurde nach der vom Gesundheitsamt angegebenen Vorschrift[2]) hergestellt, er enthielt demnach 1,0% Liebig's Fleischextrakt, 1,0% Pepton „Witte", 0,5% Kochsalz und 10% Gelatine, der Zusatz von krystallisirter Soda betrug 0,15% über den Lakmusblauneutralpunkt. Dieser Alkaleszenzgrad wurde beibehalten, da er nach den Arbeiten von Dahmen[3]), Reinsch[4]), Burri[5]), Maassen[6]), Deelemann[7]) und anderen das Optimum für Wasserbakterien sein dürfte. Der verwendete Agarnährboden enthielt 1,5% Agar und dieselben Zusätze an Fleischextrakt, Pepton, Kochsalz und Soda wie die Nährgelatine. Die Mischungen, die von den Gelatine- und Agarnährböden hergestellt und neben diesen für bakteriologische Wasseruntersuchungen benutzt wurden, waren folgende:

a) 75 Volumenprozente Gelatine mit 25 Volumenprozenten Agarnährboden,
b) 50 Volumenprozente Gelatine mit 50 Volumenprozenten Agarnährboden,
c) 25 Volumenprozente Gelatine mit 75 Volumenprozenten Agarnährboden.

Zum Vergleich ihrer Brauchbarkeit für die Ermittelung der Keimzahl im Wasser kamen somit 5 Nährböden mit nachstehendem Gehalt an Gelatine und Agar:

I. Gelatine 10%,
II. Gelatine 7,5%, Agar 0,375%,
III. Gelatine 5%, Agar 0,75%,
IV. Gelatine 2,5%, Agar 1,125%,
V. Agar 1,5%.

Diese fünf Nährböden, die in folgendem kurz mit I, II, III, IV und V bezeichnet werden, enthielten, wie schon oben erwähnt, alle die gleiche Menge Fleischextrakt, Pepton, Kochsalz und Soda, es stehen sich in den Resultaten der bakteriologischen

---

[1]) B. Fischer, Die Bakterien des Meeres nach den Untersuchungen der Planktarexpedition unter gleichzeitiger Berücksichtigung älterer und neuerer Untersuchungen, Centralblatt für Bakteriologie u. s. w. 1894, Bd. XV, S. 657.

[2]) Vgl. Grundsätze für die Reinigung von Oberflächenwasser durch Sandfiltration zu Zeiten der Choleragefahr, Veröffentlichungen des Kaiserlichen Gesundheitsamts 1894, S. 635 und 1899, S. 107, sowie Vereinbarungen zur einheitlichen Untersuchung und Beurtheilung von Nahrungs- und Genussmitteln sowie Gebrauchsgegenständen für das Deutsche Reich 1899, Heft II, S. 168.

[3]) Max Dahmen, Die bakteriologische Wasseruntersuchung, Chemiker-Zeitung 1892, Nr. 49, S. 861.

[4]) A. Reinsch, Zur bakteriologischen Untersuchung des Trinkwassers, Centralblatt für Bakteriologie u. s. w. 1891, Bd. X, S. 415.

[5]) Robert Burri, Ueber einige zum Zwecke der Artcharakterisirung anzuwendende bakteriologische Untersuchungsmethoden nebst Beschreibung von zwei neuen, aus Rheinwasser isolirten Bakterien, Dissertation, Zürich 1893, Referat: Centralblatt für Bakteriologie u. s. w. 1894, Bd. XV, S. 88.

[6]) A. Maassen, Beiträge zur Differenzirung einiger dem Vibrio der asiatischen Cholera verwandten Vibrionen und kurze Angaben über eiweissfreie Nährböden von allgemeiner Anwendbarkeit, Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamt 1894, Bd. IX, S. 401.

[7]) M. Deelemann, Der Einfluss der Reaktion des Nährbodens auf das Bakterienwachsthum, Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamt 1897, Bd. XIII, S. 374.

Wasseruntersuchungen demnach nur die Unterschiede in den Eigenschaften der gallertbildenden Grundlage, von Gelatine und Agar gegenüber.

Die Nährböden wurden stets gleichzeitig bereitet und zwar in so grosser Menge, dass für eine Versuchsreihe die Nährböden von einem Sud hinreichten. Für die Plattenkulturen wurden die Nährböden je 10 ccm, in einem Wasserbad verflüssigt und in einem anderen, das für Nährboden I, II, und III auf 34—35° C., für Nährboden IV und V auf 38—40° C. gehalten wurde, auf die entsprechende Temperatur abgekühlt. Die Kulturen wurden in Petrischalen von 9—9,2 cm Durchmesser angelegt, und dabei nach der Fischer'schen[1]) Methode das zu untersuchende Wasser zuerst in die Schale gebracht, dann der Nährboden hinzugefügt und beide durch sehr sorgfältiges Schwenken gemischt. Der Inhalt der Schalen wurde ohne besondere Kühlung bei Zimmertemperatur zum Erstarren gebracht. Zu schnelle Abkühlung ruft in den Gelatineagarplatten leicht Trübungen hervor. Vielleicht rühren vom zu schnellen Abkühlen auch die Trübungen her, die Elsner[2]) bei Gelatineagarmischungen unangenehm empfand.

Bei der ersten Versuchsreihe wurden die Schalen nach dem Erstarren bei Zimmertemperatur aufbewahrt, d. h. in der mässig warmen Sommerzeit 18—22° C, bei den anderen Versuchsreihen wurden die Kulturen in einem Brutschrank bei 21—22° C. gehalten. Die Auszählung der Kolonien wurde nach 48 Stunden in der Regel mittels eines Mikroskops nach dem Neisser'schen[3]) Verfahren bewirkt, nur wenige Male musste, weil nur wenig Kolonien auf den Platten gewachsen waren, mit der Lupe gezählt werden und zwar geschah dies dann bei allen Platten des betreffenden Versuchs. Bei dem Auszählen der Kolonien nach der Neisser'schen Methode wurde ein Zeiss'sches Mikroskop benutzt, das bei einer Tubuslänge von 160 mm und Verwendung eines Huyghens'schen Okulars Nr. 2 und eines Objektivs AA ein Gesichtsfeld von 2,3 mm Durchmesser hatte, entsprechend einem Inhalt von 4,1548 qmm. Es wurden auf jeder Platte, die etwa 1500 solcher Gesichtsfelder enthält, immer 30 Gesichtsfelder gezählt. Um die Neisser'sche Methode und den Zähler selbst zu prüfen, wurden in der ersten Versuchsreihe, in der bei jedem Versuch von den fünf Nährböden je vier Platten gegossen wurden, je zwei Platten je zwei Mal gezählt. Da die Resultate der beiden Zählungen gut übereinstimmten, wurde später jede Platte nur noch ein Mal ausgezählt.

Das Wasser, welches für die Untersuchungen diente, war verschiedener Art, es wurde Berliner Leitungswasser, Spreewasser und Kanaljauche benutzt. Das Wasser wurde stets vorher filtrirt und je nach dem vermuthlichen Keimgehalt und je nach der Dichte an Kolonien, die auf den Platten erzielt werden sollte, geschah die Aussaat direkt oder es wurden Verdünnungen vorgenommen. Je nach den Verhältnissen wurde 0,1—1,0 ccm Wasser oder von dessen Verdünnungen verimpft, jedoch die Keimzahl stets für 1,0 ccm des unverdünnten Wassers berechnet. Die erforderliche Verdünnung der Wasserproben, in deren Kulturen die Kolonien mit dem Mikroskop

---

[1]) B. Fischer, Ergebnisse der Planktonexpedition der Humboldtstiftung, Bd. IV, 1894.

[2]) A. a. O.

[3]) M. Neisser, Die mikroskopische Plattenzählung und ihre spezielle Anwendung auf die Zählung von Wasserplatten, Zeitschrift für Hygiene u. s. w. 1895, Bd. XX, S. 119.

ausgezählt werden sollten, war in der Regel leicht zu treffen, da die mikroskopische Zählung der auf einer Platte noch gut bestimmbaren Kolonien viel weiteren Spielraum lässt als die Zählung der Keime mit der Lupe. Bei einem Mikroskop wie dem oben erwähnten, dürfte dieser Spielraum von 1500—30000 Kolonien auf der Platte reichen. Falls für den Flächenraum von 1500 Gesichtsfeldern einer Platte nicht auf jedes der 30 auszuzählenden Gesichtsfelder durchschnittlich eine Kolonie kommt, entsprechend 1500 Kolonien auf der ganzen Platte, wird das Resultat leicht etwas ungenau, ebenso ist es, wenn zu viele, d. h. im Durchschnitt mehr als 20 Kolonien auf jedem der 30 auszuzählenden Gesichtsfelder, entsprechend mehr als 30000 Keimen auf der ganzen Platte, vorhanden sind.

Tabelle I.

Nr. des Versuchs	Art und Menge des angewandten Wassers	Bezeichnung der Schalen	Zahlenmittel von	Nährboden I	Nährboden II	Nährboden III	Nährboden IV	Nährboden V	Bemerkungen
1	Spreewasser à 0,3 ccm	a		22 350	26 455	27 135	18 630	18 030	
		b		24 265	25 435	26 850	19 855	18 545	
			a u. b	23 308	25 945	26 743	19 243	18 288	
				87,15%	97,02%	100%	71,96%	68,33%	
2	Spreewasser à 0,1 ccm	a		115 855	137 550	165 880	140 855	129 600	
		b		129 885	139 840	159 405	143 405	132 010	
			a u. b	122 870	138 695	162 643	141 880	130,805	
				75,55%	85,28%	100%	87,23%	80,43%	
3	Spreewasser, 1 : 10 mit sterilem Leitungswasser verdünnt à 0,2 ccm	a		542 275	704 350	686 475	539 725	549 925	
		b		589 275	671 175	731 150	557 600	550 500	
			a u. b	565 775	687 763	708 813	548 663	550 213	
				79,82%	97,08%	100%	77,56%	77,63%	
4	Spreewasser, 1 : 10 mit sterilem Leitungswasser verdünnt à 0,2 ccm	a		14 473	20 358	20 040	14 314	14 964	Platten mit der Lupe je 1 Mal ausgezählt
		b		17 654	20 517	21 948	18 861	10 020	
			a u. b	16 064	20 438	20 994	16 587	12 492	
				76,52%	97,35%	100%	77,21%	59,50%	
5	Spreewasser à 1,0 ccm	a		7935	14 091	12 024	10 720	7157	Platten mit der Lupe je 1 Mal ausgezählt
		b		7911	9034	11 102	8117	7157	
			a u. b	7923	11 563	11 563	9449	7157	
				68,52%	100%	100%	81,72%	61,90%	
6	Spreewasser à 0,3 ccm	a		16 585	23 735	23 565	18 455	18 265	
		b		18 985	23 745	24 610	19 130	15 140	
			a u. b	17 785	23 740	24 087	18 793	16 703	
				74,22%	98,56%	100%	78,02%	69,34%	

In dieser ersten Versuchsreihe ist Spreewasser, verdünnt und unverdünnt, wie auch in wechselnder Menge verimpft. Die Wasserproben für die Versuche 2 und 3 waren der Spree nach starken Regengüssen entnommen und zeigen einen sehr hohen

Keimgehalt. In der Tabelle sind die Durchschnittszahlen von den beiden Platten, welche von den vier angelegten Kulturen ausgezählt wurden, angegeben. Ausserdem ist, um die Zahlenergebnisse leichter vergleichbar zu machen, bei jedem Versuch die höchste gefundene Mittelzahl gleich 100 gesetzt und sind die anderen Mittelzahlen desselben Versuchs in Prozenten der Höchstzahl daneben berechnet. Die Höchstzahl liegt immer bei Nährboden III, nur ein Mal, bei Versuch 5 sind die Resultate von den Nährböden II und III gleich. Die Schwankungen der Keimzahlen sind fast ganz gleichmässig, sie steigen von I bis III, fallen dann wieder bei IV und noch mehr bei V.

Um dies Resultat, welches zu Gunsten des Nährbodens III spricht, einwandsfreier zu gestalten, wurden in der zweiten Versuchsreihe bei jedem Versuch, mit Ausnahme des ersten, wo nur vier Plattenkulturen angelegt waren, sechs Platten gegossen und von den sechs Platten das Mittel berechnet. Ausserdem wurden die Kulturen nicht bei Zimmertemperatur, sondern im Brutschrank bei 21—22° C. aufbewahrt. Die Auszählung der Kolonien geschah ebenfalls nach 48 Stunden. Als Aussaatmaterial diente wie in der ersten Versuchsreihe bei Versuch 1—4 Spreewasser, bei 5 und 6 Jauche, bezw. durch Jauche verunreinigtes Wasser. Die Jauche war in einer Pumpstation der Berliner Kanalisation entnommen. Die Resultate zeigen dasselbe Bild wie die erste Versuchsreihe, die höchste Keimzahl findet sich bei Nährboden III, nach beiden Seiten nach II und I, wie nach IV und V hin fällt sie.

In der Tabelle III sind die Ergebnisse eines Versuchs mit Spreewasser verzeichnet, bei dem die Versuchsbedingungen dieselben wie in der zweiten Versuchsreihe waren, eine Auszählung der Kolonien wurde jedoch nicht nur nach 48 Stunden, sondern auch noch an den fünf nach der ersten Zählung folgenden Tagen vorgenommen. Es sollte hierdurch ermittelt werden, wie sich die Kulturen bei längerem Aufbewahren verhalten und wie die Zahl der Kolonien auf den einzelnen Nährböden zunimmt. Hesse und Niedner[1]) bevorzugen ja das Agar vor der Gelatine, weil es die im Wasser enthaltenen Keime, welche in 2—3 Tagen nicht zur Entwicklung kommen, im Verlauf von längerer Zeit zu wahrnehmbaren Kolonien auswachsen lässt, während die Gelatine schon nach einigen Tagen zerfliesst, sobald in dem ausgesäten Wasser einige stark verflüssigende Keime enthalten sind. Sie zählen die Kolonien bis znm 15. Tage und berechnen erst dann die Keimzahl des Wassers, in ähnlicher Weise macht es Walbaum[2]). In dem hier angestellten Versuch wurde die Zählung der Kolonien nicht auf so viele Tage ausgedehnt, da sich bereits nach 8 Tagen erkennen liess, dass, nachdem die Nährböden I und II schon vorher zerflossen waren, sich mehr Kolonien auf dem Nährboden III zeigten als auf IV und V. Zudem hatten sich auf den Nährböden IV und V so üppige Rasen entwickelt, dass ein genaues Zählen der Keime weiterhin nicht mehr durchführbar war. Bei dem Nährboden III trat ebenfalls starke Rasenbildung ein und es begann nach 5 Tagen eine Erweichung, aber diese blieb selbst bis zum 15. Tage noch gering; dagegen waren die Kulturen von Nährboden I schon nach 2—3 Tagen, die von II nach 5 Tagen völlig zerflossen.

---

[1]) Hesse und Niedner a. a. O.

[2]) Walbaum a. a. O.

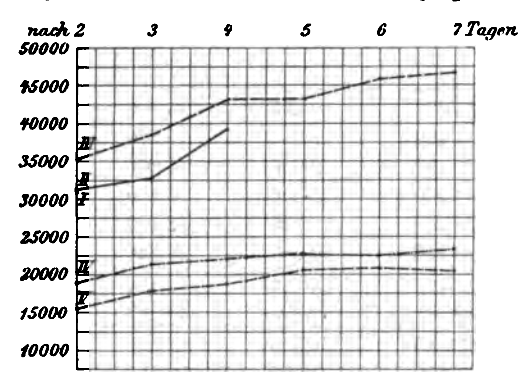
Tabelle II.

Nr. des Versuchs	Art und Menge des angewandten Wassers	Bezeichnung der Schalen	Zahlenmittel von	Nährboden I	Nährboden II	Nährboden III	Nährboden IV	Nährboden V
1	Spreewasser à 0,2 ccm	a		22 970	24 500	32 180	21 435	14 290
		b		23 990	27 050	28 065	19 905	15 310
		c		28 000	24 500	30 265	18 375	16 430
		d		25 520	24 500	33 655	19 565	14 545
			a—d	25 120	25 160	31 040	19 820	15 140
				80,93%	81,06%	100%	63,85%	48,78%
2	Spreewasser à 0,3 ccm	a		11 610	9740	13 950	7660	5610
		b		9 530	10 550	12 080	7830	5610
		c		8 000	10 440	10 320	8000	5100
		d		7 320	10 890	11 230	7490	5780
		e		7 830	10 210	10 610	7830	5780
		f		8 850	10 380	12 760	7320	6680
			a—f	8857	10 368	11 825	7688	5760
				74,90%	87,68%	100%	65,01%	48,71%
3	Spreewasser à 1,0 ccm	a		33 600	43 590	45 680	29 960	19 040
		b		36 800	42 360	45 240	24 170	19 150
		c		35 470	42 060	46 690	25 210	17 970
		d		37 050	39 350	43 640	26 290	19 720
		e		37 310	40 070	42 620	24 440	19 390
		f		35 780	41 900	45 950	21 790	18 260
			a—f	36 002	41 555	44 970	25 310	18 755
				80,06%	92,41%	100%	56,28%	41,71%
4	Spreewasser à 1,0 ccm	a		28 330	32 820	38 530	19 850	16 250
		b		28 590	31 700	35 980	21 290	16 110
		c		27 710	33 170	36 110	19 250	15 910
		d		29 070	33 480	32 610	17 580	15 030
		e		28 280	32 750	33 330	18 940	15 350
		f		28 380	32 210	33 340	18 650	15 830
			a—f	28 393	32 688	34 988	19 260	15 747
				81,16%	93,44%	100%	55,06%	45,01%
5	Kanaljauche, 1 : 500 verdünnt à 1,0 ccm	a		29 673 000	29 348 000	29 348 000	17 353 000	15 057 000
		b		27 753 000	27 051 000	31 388 000	16 514 000	13 566 000
		c		25 494 000	27 561 000	32 612 000	18 784 000	15 057 000
		d		25 775 000	29 481 000	30 369 000	19 140 000	15 915 000
		e		27 306 000	29 348 000	30 623 000	19 650 000	15 224 000
		f		24 499 000	30 369 000	30 369 000	18 464 000	13 249 000
			a—f	26 750 000	28 859 667	30 784 833	18 817 500	14 678 000
				86,89%	93,75%	100%	59,50%	47,68%
6	Durch Jauche verunreinigtes Wasser à 1,0 ccm	a		22 360	22 200	27 060	10 570	6890
		b		23 270	22 750	25 990	10 070	6000
		c		22 470	23 840	27 250	10 110	5960
		d		21 970	23 480	26 130	9180	6130
		e		20 010	23 580	25 880	8930	5970
		f		21 180	24 240	25 570	9700	5460
			a—f	21 877	23 848	26 313	9752	6068
				83,03%	88,73%	100%	37,06%	23,06%

Tabelle III. Spreewasser à 0,2 ccm.

Bezeichnung der Schalen	Zählung nach Tagen	Nährboden I	Nährboden II	Nährboden III	Nährboden IV	Nährboden V
a	2	36 270	31 380	35 220	19 650	13 530
b		33 500	30 620	37 150	19 090	15 220
c		30 370	31 830	33 180	19 650	14 800
d		29 090	30 880	34 960	19 350	16 590
e		28 640	30 860	34 200	18 120	16 180
f		28 180	31 900	36 980	17 860	16 620
Mittel		31 008 66,17%	31 245 66,68%	35 273 75,28%	18 953 40,45%	15 490 33,06%
a	3		32 670	38 280	21 690	17 860
b			34 710	38 190	19 610	18 580
c			31 830	37 910	21 440	17 990
d			31 650	36 750	20 390	18 380
e			34 290	38 540	23 740	17 220
f			31 130	41 660	21 180	17 150
Mittel			32 713 69,81%	38 555 82,28%	21 342 45,55%	17 863 38,12%
a	4		39 810	43 900	24 500	16 590
b				40 670	21 680	19 940
c				43 900	21 690	18 630
d				43 380	21 930	17 990
e				42 870	20 930	19 050
f			38 790	44 310	22 200	20 050
Mittel			39 300 83,87%	43 172 92,13%	22 155 47,28%	18 708 39,92%
a	5			48 230	24 240	17 990
b				42 320	23 480	21 930
c				42 110	22 200	20 670
d				41 090	21 930	20 160
e				42 360	21 440	21 130
f				43 520	22 970	22 160
Mittel				43 272 92,35%	22 710 48,47%	20 673 44,12%
a	6			44 150	21 690	18 890
b				47 990	23 740	21 930
c				46 700	23 480	21 440
d				44 660	22 190	20 670
e				45 680	22 460	21 130
f				45 630	21 690	21 100
Mittel				45 802 97,75%	22 542 48,11%	20 860 44,52%
a	7			45 680	23 480	21 440
b				47 740	24 260	21 420
c				47 450	22 970	18 630
d				45 170	23 480	20 420
e				47 100	23 740	21 130
f				48 010	22 710	20 310
Mittel				46 858 100%	23 440 50,02%	20 558 43,87%

Die Höhe der Keimzahlen, von denen in der Tabelle die von Nährboden III als höchste mit 100 % bezeichnet ist, auf den verschiedenen Nährböden an den einzelnen Tagen lässt sich auch durch die graphische Darstellung derselben verfolgen.



Die Kurven von II und III haben eine starke Steigung, während die von IV und V viel langsamer und zu geringerer Höhe sich erheben.

In den bisher angeführten drei Versuchsreihen war nur Spreewasser und Jauche enthaltendes Wasser in die Nährböden verimpft, es war daher noch nöthig, festzustellen, wie sich die Keime eines gereinigten Wassers, welches als Trinkwasser benutzt wird, auf den verschiedenen Nährböden verhalten würden. Es wurde für diesen Versuch Berliner Leitungswasser genommen. Um das Bild deutlicher zu gestalten, wurde der Keimgehalt angereichert, eine Wasserprobe von 100 ccm wurde mit zwei Tropfen steriler Bouillon versetzt und nach 24stündigem Stehen im Brutschrank von 21—22° C. ausgesät und wie in der Versuchsreihe 2 weiterbehandelt. Die Auszählung der Schalenkulturen nach 48 Stunden hatte nachstehendes Ergebniss:

Tabelle IV.

Art und Menge des angewandten Wassers	Bezeichnung der Schalen	Zahlenmittel von	Nährboden I	Nährboden II	Nährboden III	Nährboden IV	Nährboden IV
Berliner Leitungswasser, mit Bouillon angereichert à 1,0 ccm	a		5560	5670	6330	3030	2180
	b		5410	7500	6480	3730	2760
	c		5050	5920	6180	3610	2300
	d		5160	7550	6000	3060	2740
	e		5210	7500	5820	3270	3220
	f		5360	6850	7270	3270	2720
		a—f	5292 74,46 %	6832 100 %	6347 92,90 %	3228 48,71 %	2653 38,83 %

Die Höchstzahl der Keime liegt dies Mal nicht bei Nährboden III, sondern bei II. Es wurden auch hier mit Mischungen von Gelatine und Agar bei II und III bedeutend höhere Keimzahlen erreicht als bei den Nährböden I und V, welche nur Gelatine bezw. Agar enthielten. Es sei noch erwähnt, dass in demselben Leitungswasser bei Verwendung von Gelatine nach 7 Tagen mit der Lupe etwa 300 Keime pro ccm gezählt wurden, wenn es frisch verimpft wurde. Das Wasser war der Leitung in möglichster Nähe eines grösseren Rohrstranges nach längerem Abfliessenlassen entnommen. Nach 24stündigem Stehen konnten in eben dieser Wasserprobe etwa 4000 Keime pro ccm nachgewiesen werden, ebenfalls bei Anwendung von Gelatine, in der die Keime nach 8 Tagen mittels eines Mikroskops ausgezählt wurden. Von diesen 300 bezw. 4000 Keimen waren jedoch nach 2 Tagen im Durchschnitt von vier Schalenkulturen

erst 11 bezw. 18 Kolonien mit der Lupe sichtbar, später wuchs zwar die Zahl der sichtbaren Kolonien noch sehr beträchtlich, aber genaue Zahlen liessen sich nicht mehr ermitteln, da von den je vier Gelatinekulturen nur je eine noch zählbar war.

Auch dieser letzte Versuch zeigt wieder, dass Gelatineagarmischungen günstiger sind für das Wachsthum der Wasserbakterien, als Nährböden, welche nur mit Gelatine oder nur mit Agar bereitet sind. Die höchste Kolonienzahl lag in diesem Fall allerdings nicht bei Nährboden III sondern bei Nährboden II. Dies war vielleicht rein zufällig, im Allgemeinen ist der Nährboden III vorzuziehen, weil er nicht verflüssigt wird, während dies bei Nährboden II mit dem geringeren Agargehalt schon eher möglich ist. Der Nährboden III scheint in der That die Vorzüge von Gelatine und Agar in sich zu vereinigen. Er wird nicht durch peptonisirende Bakterien verflüssigt, dabei werden diese durch Erweichung des Nährbodens an den betreffenden Stellen doch genügend kenntlich. Der Nährboden haftet sehr gut am Glase der Kulturgefässe und ist fast völlig so klar wie Gelatine. Der Schmelz- oder Erweichungspunkt[1]) liegt mit 37 ° C. bedeutend höher als bei der gebräuchlichen Gelatine, bei der man auch bei sorgfältigster Bereitung nur einen Schmelzpunkt von etwa 28 ° C. erreicht. Es ist daher möglich die Kulturen mit dem Nährboden III bei 30 ° C. und sogar höherer Temperatur auskeimen zu lassen. Auch in dieser Richtung wurden Versuche angestellt, jedoch bald wieder aufgegeben, da bei Aussaat von nur etwas verunreinigtem Wasser die Plattenkulturen schon nach zwei Tagen kaum noch auszählbar waren, weil die rasen- und schleierbildenden Keime zu einem zu üppigen Wachsthum gelangt waren. Die Temperatur von 21—22 ° C. gab die besten Resultate, die Kolonien waren hierbei nach zwei Tagen schon sehr gut entwickelt, und andererseits liessen sich die Kulturen bei dieser Temperatur längere Zeit aufbewahren, ohne dass die einzelnen Kolonien zu stark wucherten und das Zählen unmöglich machten, wie Tabelle III zeigt. Vor Agarnährboden hat die Gelatineagarmischung einen Vorzug in dem niedrigeren Erstarrungspunkt, so dass sich die Aussaat des Wassers darin bei niedrigerer Temperatur vornehmen lässt. Während Agar nur noch bei 38—40 ° C. flüssig bleibt, lässt sich der Nährboden III noch bei 32—33 ° C. giessen. Der Erstarrungspunkt liegt demnach genau in der Mitte von dem der gebräuchlichen Gelatine (26—27 ° C.) und dem des Agars (38—40 ° C.). Da ausser den soeben angegebenen Vorzügen auch noch die Zahlenergebnisse der angeführten Versuchsreihen zu Gunsten der Gelatineagarmischungen sprechen, dürfte es sich empfehlen, mehr als bisher, diese Mischungen bei der Bereitung von Nährböden zu berücksichtigen, obwohl deren Herstellung etwas umständlicher wird.

In den bisherigen Versuchsreihen waren nur die gallertbildenden Grundlagen, Gelatine und Agar, verglichen ohne Rücksicht auf den Gehalt der Nährböden an

---

[1]) Der Schmelz- oder Erweichungspunkt wurde in der Weise festgestellt, dass etwa 1 ccm Nährboden in einem mit Wattebausch verschlossenen (um die Verdunstung zu verhüten) Reagensglas an den Wandungen desselben zum Erstarren gebracht wurde. Auf etwa der Hälfte des Reagensglasinnern entstand so eine ungefähr 1 mm dicke Schicht. Beim Anwärmen des Reagensglases im Wasserbad wurde die Temperatur als Schmelzpunkt angenommen, bei der die Nährbodenschicht sich von den Wandungen ablöste und zu zerfliessen begann.

sonstigen Nährstoffen. Diese waren bei allen Nährböden die gleichen. In der Folge kam noch eine Reihe von Versuchen zur Ausführung, bei denen nicht nur Gelatine-agarmischungen benutzt wurden, sondern noch verschiedene Nährböden mit dem von Hesse und Niedner[1]) empfohlenen „Nährstoff Heyden“ und eine von J. Thomann[2]) angegebene Gelatine zum Vergleich herangezogen wurden.

Der Nährboden nach der Vorschrift von Hesse und Niedner, welcher in Folgendem kurzweg als Hesse-Agar bezeichnet wird, ist schon von verschiedenen Seiten nachgeprüft worden. Spitta[3]) benutzt das Hesse-Agar bei seinen Studien über die Verunreinigung und Selbstreinigung der Flüsse und giebt in der Regel neben den mit diesem Nährboden erzielten Keimzahlen auch die Zahl der Kolonien an, welche auf Gelatine gewachsen sind. Fast immer sind die Keimzahlen bei dem Hesse-Agar sehr viel höher als die bei der Gelatine. Hierbei ist aber keine Rücksicht auf die Arten von Bakterien genommen, welche auf den beiden Nährböden zur Auskeimung gelangen. In dieser Richtung hat Paul Müller[4]) in Graz durch seine vergleichenden Versuche mit verschiedenen Nährmedien wichtige Aufschlüsse gegeben. Auch er hat gefunden, dass auf dem Hesse-Agar weit mehr Arten von Wasserbakterien gedeihen als auf den gebräuchlichen alkalischen Bouillonnährböden, dass jedoch nur die in reinem, unverdächtigen Wasser lebenden und sich reichlich vermehrenden Bakterienarten begünstigt werden, während die auf eine Verunreinigung des Wassers hinweisenden Arten auf dem Hesse-Agar weniger gut wachsen. Müller räth daher davon ab, für die bakteriologische Wasseruntersuchung nur das Hesse-Agar zu verwenden, weil dieser Nährboden leicht zu Trugschlüssen in der hygienischen Beurtheilung eines Wassers Veranlassung geben kann. Für weniger bedenklich hält er dagegen den Gebrauch von Hesse-Agar zur Keimzahlbestimmung eines Wassers, wo es sich um die Beurtheilung der Leistungsfähigkeit von Filterwerken handelt.

Die Thomann'sche Gelatine wurde deswegen mit in den Bereich der folgenden Versuche gezogen, weil Thomann mit diesem Nährboden bei der bakteriologischen Untersuchung verschiedener Wässer in Zürich bessere Resultate erzielt hat, als mit der Fleischextraktpeptongelatine, welche[5]) vom Kaiserlichen Gesundheitsamt empfohlen ist. Im Ganzen wurden in den folgenden Versuchsreihen nachstehende Nährböden in ihrem Werth für die bakteriologische Wasseruntersuchung einander gegenüber gestellt:

I. 10 %ige Fleischextraktpeptongelatine nach der Vorschrift des Kaiserlichen Gesundheitsamts,

II. Fleischextraktpeptonnährboden mit 5 % Gelatine und 0,75 % Agar,

---

[1]) A. a. O.

[2]) J. Thomann, Ueber die Brauchbarkeit verschiedener Nährböden für die bakteriologische Wasseruntersuchung, Centralblatt für Bakteriologie u. s. w., II. Abth. 1900, Bd. VI., S. 796.

[3]) Spitta, Untersuchungen über die Verunreinigung und Selbstreinigung der Flüsse, Archiv für Hygiene 1900, Bd. XXXVIII, S. 160 und 215.

[4]) Paul Müller, Ueber die Verwendung des von Hesse und Niedner empfohlenen Nährbodens bei der bakteriologischen Wasseruntersuchung, Archiv für Hygiene 1900, Bd. XXXVIII, S. 350.

[5]) A. a. O.

III. 1,5 %iges Fleischextraktpeptonagar,

IV. Hesse-Agar mit 1,25 % Agar,

V. Hesse-Agar mit 1,5 % Agar, gemischt mit gleichen Mengen 10 %iger Fleischextraktpeptongelatine,

VI. Nährboden mit Nährstoff Heyden, 5 % Gelatine und 0,75 % Agar.

VII. Gelatine Thomann.

Die Nährböden II und III entsprechen den Nährböden III und V in den früheren Versuchsreihen; die früheren Nährbodenmischungen II und IV konnten jetzt ausser Acht gelassen werden, da die frühere Gelatineagarmischung III mit 5 % Gelatine und 0,75 % Agar sich für die Auskeimung der Bakterien verschiedener Wasserarten als am vortheilhaftesten erwiesen hatte. Das Hesse-Agar wurde nach der Hesse-Niedner'schen Vorschrift[1]) bereitet, jedoch mit der Modifikation, dass Nährstoff Heyden, Wasser und Agar nicht direkt zusammen erhitzt wurden, weil der Nährboden dann sehr schlecht filtrirte, sondern es wurde zunächst der Nährstoff Heyden (7,5 gr) mit dem Wasser (1000 ccm) eine Stunde im Dampfapparat erwärmt, nach dem Erkalten filtrirt, das Filtrat auf ein Liter aufgefüllt, erst dann das Agar (12,5 gr) zugesetzt und im Dampftopf zur Lösung gebracht. Ebenso wurde bei der Bereitung des für den Nährboden V nöthigen 1,5 %igen Hesse-Agars verfahren. In diesem Nährboden V sollten einerseits die guten Eigenschaften der Gelatineagarmischungen, andererseits auch die Vorzüge der alkalischen Fleischextraktpeptonlösungen und des Nährstoft Heyden vereinigt werden. Nährstoff VI dagegen sollte zeigen, ob auch in Verbindung mit Nährstoff Heyden die Mischung von 5 % Gelatine mit 0,75 % Agar für das Bakterienwachsthum günstiger ist als Agar mit Nährstoff Heyden allein. Bei der Herstellung dieses Nährsubstrates wurden zunächst wie beim Hesse-Agar 7,5 gr Nährstoff Heyden mit 950 ccm Wasser behandelt und das Filtrat ebenfalls auf 950 ccm aufgefüllt. Von den 950 ccm wurden 500 ccm mit 7,5 gr Agar bis zur Lösung des letzteren erhitzt, erst dann kamen zu den restlichen 450 ccm Filtrat 50 gr Gelatine, wurden darin gelöst und die Lösung mit Normalnatronlauge neutralisirt. Hierauf wurden die Agar- und die Gelatinelösungen zusammengegossen, auf ca. 45 ° C. abgekühlt, nach Zusatz des Weissen von einem Ei im Dampftopf eine viertel Stunde erwärmt und filtrirt. Durch diese Bereitungsweise wurde vermieden, dass die Gelatine durch zu langes Erwärmen ihre gallertbildende Eigenschaft verminderte.

Die Anlage und weitere Behandlung der Schalenkulturen erfolgte in derselben Weise, wie bei den früheren Versuchsreihen. Die Zahlenergebnisse der bakteriologischen Untersuchung von Wasserproben verschiedener Art mit den einzelnen Nährböden sind in den folgenden Tabellen niedergelegt.

In Tabelle V ist die Keimzahl nach 2 Tagen mittels Mikroskops ermittelt, in Tabelle VI wurden die Kolonien ausser nach 2 Tagen noch nach 4, 6 und 8 Tagen mit der Lupe ausgezählt. Bei den drei ersten Nährböden liegt die Höchstzahl der Kolonien stets wie in den früheren Versuchen bei Nährboden III mit 5 % Gelatine

[1]) A. a. O.

Tabelle V.

Nr. des Versuchs	Art und Menge des angewandten Wassers	Bezeichnung der Schalen	Zahlenmittel von	Nährboden I Gelatine 10 %	Nährboden II Gelatine 5 % Agar 0,75 %	Nährboden III Agar 1,50 %	Nährboden IV Hesse-Agar 1,25 %	Nährboden V Hesse-Agar 1,50 % Gelatine àa 10 %	Nährboden VI Nährstoff Heyden Gelatine 5 % Agar 0,75 %	Nährboden VII Gelatine Thomann
1	Spreewasser, à 0,2 ccm	a		11 480	13 270	7400	46 960	37 770	47 720	10 210
		b		13 530	12 250	8930	42 110	33 430	48 230	12 130
		c		10 970	11 610	8170	42 620	36 240	44 660	11 480
		d		10 720	11 870	8170	43 900	34 710	49 510	9 950
		e		11 480	13 270	8700	39 300	35 730	46 450	9 950
		f		10 720	12 250	8930	42 110	34 450	47 470	9 950
			a—f	11 483 24,26 %	12 420 26,30 %	8383 17,71 %	42 833 90,48 %	35 388 74,75 %	47 340 100 %	10 610 22,42 %
2	Spreewasser, 1 : 5 mit sterilem Leitungswasser verdünnt, à 1,0 ccm	a		11 230	12 000	7660	20 670	17 610	24 500	10 970
		b		12 000	13 530	7910	20 930	18 120	24 760	10 720
		c		9 190	12 000	7400	19 400	17 100	21 440	zerflossen
		d		10 460	12 000	7400	20 420	15 590	21 950	12 000
		e		9 950	13 020	8420	20 670	18 120	22 460	9 700
		f		10 460	12 510	8930	20 930	17 860	22 710	10 210
			a—f	10 548 45,92 %	12 510 54,46 %	7953 34,62 %	20 503 89,26 %	17.400 75,75 %	22 970 100 %	10 720 46,67 %
3	Berliner Leitungswasser, 24 St. bei 22° aufbewahrt, à 1,0 ccm	a		1790	2300	1280	2500	3060	2760	1790
		b		1680	2140	1330	2450	3110	3160	1680
		c		1990	1940	1280	2600	3270	2600	1680
		d		1790	1990	1430	2600	3370	2650	1680
		e		1840	2040	1280	2400	2910	2450	1580
		f		1790	1990	1530	2450	3060	2860	1940
			a—f	1813 57,92 %	2072 66,20 %	1355 43,29 %	2500 79,87 %	3130 100 %	2730 87,22 %	1725 55,11 %
4	Frische Kanaljauche, filtrirt, 1 : 1000 verdünnt, à 0,5 ccm	a		4 389 600	4 593 600	3 062 400	3 879 000	4 797 800	5 410 200	zerflossen (a–f)
		b		3 879 000	4 287 400	2 960 400	3 368 600	5 104 000	4 491 600	
		c		3 981 000	4 185 200	3 164 400	3 368 600	4 797 800	4 491 600	
		d		4 083 200	4 491 600	3 266 600	3 164 400	6 124 600	5 206 000	
		e		zerflossen	4 491 600	3 062 400	3 368 600	4 797 800	4 389 600	
		f		4 185 200	4 389 600	3 472 800	3 266 600	5 206 000	4 389 600	
			a—f	4 103 600 79,87 %	4 406 500 85,76 %	3 164 833 61,60 %	3 402 633 66,22 %	5 138 000 100 %	4 729 767 92,06 %	
5	Frische Kanaljauche, filtrirt, 1 : 500 verdünnt, à 0,5 ccm	a		4 398 300	4 797 300	3 419 700	2 909 200	5 767 400	3 879 000	4 134 100
		b		4 338 300	4 899 800	3 215 500	2 858 200	5 665 300	3 879 000	zerflossen
		c		4 032 100	4 593 500	3 164 400	3 062 300	5 818 500	4 338 300	4 032 100
		d		3 930 000	5 104 000	3 266 500	2 909 200	5 512 200	4 032 100	4 746 700
		e		4 440 400	4 950 900	3 215 500	2 909 200	5 920 500	3 981 100	zerflossen
		f		4 440 400	5 104 000	3 266 500	3 266 500	5 767 400	4 032 100	zerflossen
			a—f	4 263 250 74,25 %	4 908 617 85,49 %	3 258 017 56,74 %	2 985 767 52,00 %	5 741 883 100 %	4 023 600 69,91 %	4 304 300 74,96 %
6	Durch Kanaljauche verunreinigtes Leitungswasser, 2 Tage stehen lassen, dann 1 : 200 verdünnt, à 0,5 ccm	a		3 266 520	3 715 680	2 082 440	3 307 360	3 981 120	4 021 960	3 618 600
		b		3 429 880	3 511 560	2 000 760	3 266 520	4 226 080	3 511 600	3 409 480
		c		3 409 480	3 593 200	1 980 360	3 389 040	3 919 840	3 695 240	3 307 360
		d		3 389 040	3 572 800	2 000 760	3 450 320	4 164 840	3 981 120	3 205 280
		e		3 429 880	4 307 720	1 980 360	3 144 040	3 858 600	3 613 600	3 348 200
		f		3 613 600	3 736 080	2 184 480	3 225 680	4 144 440	3 776 920	3 827 800
			a—f	3 423 067 84,54 %	3 739 507 92,14 %	2 038 193 50,34 %	3 297 160 81,43 %	4 049 153 100 %	3 766 733 93,02 %	3 368 620 83,19 %

Tabelle VI.
Berliner Leitungswasser à 1,0 ccm.

Nährboden	Bezeichnung der Schalen	Anzahl der Kolonien nach Tagen				Nährboden	Bezeichnung der Schalen	Anzahl der Kolonien nach Tagen			
		2	4	6	8			2	4	6	8
I Gelatine 10%	a	84	—	—	—	V Hesse-Agar 1,5% Gelatine 10% āā	a	101	141	142	143
	b	67	—	—	—		b	99	—	—	—
	c	82	94	—	—		c	107	130	—	—
	d	80	93	—	—		d	114	159	162	164
	e	71	88	—	—		e	110	156	172	180
	f	76	79	—	—		f	105	135	—	—
	Mittel	77	89	—	—		Mittel	106	144	159	162
II Gelatine 5% Agar 0,75%	a	73	80	87	87	VI Nährstoff Heyden Gelatine 5% Agar 0,75%	a	143	—	—	—
	b	53	65	69	72		p	153	216	—	—
	c	42	57	59	60		c	137	211	—	—
	d	55	65	75	84		d	132	—	—	—
	e	62	75	77	—		e	151	—	—	—
	f	52	64	—	—		f	174	222	—	—
	Mittel	56	68	73	76		Mittel	148	217	—	—
III Agar 1,5%	a	20	21	21	21	VII Gelatine Thomann	a	79	89	—	—
	b	10	15	15	15		b	70	—	—	—
	c	23	25	25	25		c	68	77	—	—
	d	18	19	20	20		d	60	70	—	—
	e	17	20	20	20		e	70	—	—	—
	f	17	21	25	26		f	70	—	—	—
	Mittel	18	20	21	21		Mittel	71	79	—	—
IV Hesse-Agar 1,25%	a	139	198	220	224						
	b	143	175	194	202						
	c	140	196	215	217						
	d	108	160	192	198						
	e	142	180	182	192						
	f	116	188	202	210						
	Mittel	131	183	201	207						

und 0,75 % Agar. Die Unterschiede in den Zahlen bei Nährboden I und Nährboden VII, den beiden Gelatinearten, sind nur geringe, in Bezug auf die Anzahl der auf ihnen entwickelten Keime steht keiner dem anderen nach. Die in dieser Hinsicht von Thomann in Zürich gemachten und zu Gunsten seines Nährbodens sprechenden Erfahrnngen konnten bei den hier zur Aussaat benutzten Wasserproben keine Bestätigung finden.

Aus Spreewasser kamen auf Nährboden VI die meisten Keime zur Entwicklung, ebenso aus frischem Leitungswasser. Die Zahlen bei dem Hesse-Agar in Tabelle V bleiben weit zurück hinter denen bei Nährboden VI, es zeigt sich wieder der Vortheil des schnelleren Wachsthums der Bakterien auf Gelatineagarmischungen. In Tabelle VI ist die Zahl der nach 2 und 4 Tagen mit der Lupe sichtbaren Keime auf Nährboden VI

ebenfalls grösser als bei Nährsubstrat IV, selbst nach 8 Tagen erreicht die Keimzahl von IV nicht die Höhe der Keimzahl von VI nach 4 Tagen. Der Unterschied zwischen 217 und 207 zählbaren Kolonien ist jedoch so gering, dass hierauf kein besonderer Werth gelegt werden soll. Von grösserer Bedeutung ist dagegen der Unterschied in der Zeit, in welcher die rund 200 Kolonien sich entwickelt haben. Dass die Keime auf der Gelatineagarmischung VI besser gedeihen als auf dem 'Agarnährboden IV, geht auch daraus hervor, dass viele Kolonien bei VI schon nach 4 Tagen sehr üppige Rasen bildeten und deswegen nur noch 3 Platten von den 6 vorhandenen ausgezählt werden konnten, während die Kolonien bei IV auch nach 10 Tagen noch sehr klein waren. Andererseits lässt sich nicht verkennen, dass dies üppige Wachsthum der Keime unter Umständen als sehr störend empfunden werden muss, z. B. wenn die Plattenkulturen nicht nach wenigen Tagen ausgezählt werden können, sondern länger aufbewahrt werden müssen, oder wenn nicht nur die Zahl der Kolonien, sondern auch ihre Arten bestimmt werden sollen.

Bei den vier letzten Versuchen der Tabelle VI liegt die höchste Keimzahl immer bei Nährboden V, der ja, wie oben gesagt, zu gleichen Theilen aus 1,5 %igem Hesse-Agar und 10 %iger alkalischer Fleischextraktpeptongelatine besteht. Auffallend ist es, dass die Höchstzahl der Kolonieen auch bei Versuch 3, bei dem gestandenes Berliner Leitungswasser ausgesät ist, sich bei Nährboden V findet, während man sonst[1]) annimmt, dass manche in reinem Wasser lebende Bakterienarten in ihrem Wachsthum durch Fleischwasser nicht gefördert, sondern behindert werden. Bei den Versuchen 4, 5 und 6, wo verunreinigtes Wasser zur Aussaat gelangte, nimmt es weniger Wunder, dass die höchste Keimzahl bei Nährboden V erreicht ist. Die höchste Anzahl von Kolonieen, die bei Versuch 5 in der Kanaljauche gefunden ist, beträgt bei Nährboden V im Durchschnitt von 6 Kulturen 5 741 883, dieser Zahl kommt am nächsten der Nährboden II mit durchschnittlich 4 908 617 Kolonieen. Es ist dies ebenfalls ein Zeichen dafür, dass die in jauchehaltigem, also sehr verschmutztem Wasser vorkommenden Keime auf fleischwasserhaltigem Nährboden besser gedeihen als in den Nährböden mit der Heyden'schen Albumose; zudem beweist diese Zahl wieder, wieviel günstiger Gelatineagarmischungen für das Bakterienwachsthum sind als Gelatine oder Agar allein. Diese letztere Thatsache tritt ebenso in den Albumose-Nährböden IV und VI in Erscheinung, beim Agarnährboden IV beträgt die Keimzahl nach 2 Tagen durchschnittlich erst 2 985 767, dagegen bei der Gelatineagarmischung VI nach 2 Tagen im Durchschnitt 4 023 600, selbst in einem Zeitraum von 10 Tagen[2]) geht die Keimzahl bei Nährboden IV nicht viel über diese Zahl hinaus, da die nach

---

[1]) H. Kurth, Ueber die gesundheitliche Beurtheilung der Brunnenwässer im bremischen Staatsgebiet, mit besonderer Berücksichtigung des Vorkommens von Ammoniumverbindungen und deren Umwandlungen, Zeitschrift für Hygiene u. s. w. 1895, Bd. XIX, S. 1; H. Kurth, Die Thätigkeit der Filteranlagen des Wasserwerks zu Bremen von Juni 1893 bis August 1894, mit besonderer Berücksichtigung der Hochwasserzeiten, Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamt, 1895, Bd. XI, S. 427 und Hesse und Niedner, a. O., S. 460.

[2]) Die Zählung der Kolonieen nach 10 Tagen ergab: 4032100, 4236200, 4491400, 4287300, 4389300, 4287300, im Durchschnitt 4287267 = 74,47 % der Höchstzahl von Versuch 5 auf Tabelle V.

10 Tagen vorgenommene Zählung der Kolonien im Durchschnitt 4287267 ergeben hat. In ähnlichem Verhältniss stehen die Zahlen bei den Versuchen 4 und 6.

Durch diese Versuche dürfte das Paul Müller'sche Urtheil über den Hesse-Niedner'schen Nährboden bestätigt werden. Die Nährböden mit der Albumose „Nährstoff Heyden" geben zwar und besonders bei reinem oder wenig verunreinigtem Wasser, wie Leitungs- oder Flusswasser, höhere Keimzahlen als die bisher gebräuchlichen alkalischen Fleischwasserpeptonnährböden, aber bei Wässern, die erwiesener Maassen verunreinigt sind mit Koth und Harn, also mit Stoffen, welche am ehesten gefährliche Krankheitserreger (Typhusbazillen und Choleravibrionen) in's Wasser bringen können, sind die Resultate nicht so günstig, weil die eben genannten Bakterienarten sehr schlecht auf den Albumosenährböden gedeihen. Selbst auf dem Nährboden VI wachsen sie sehr langsam, was sich bei einigen Versuchen mit Reinkulturen zeigte. Ausser bac. typhi und vibr. cholerae wurde noch bact. coli auf Nährboden I, der vom Gesundheitsamt erprobten Gelatine und auf Nährboden VI ausgesät. Es wurden zwar immer nur je zwei Schalenkulturen angelegt und von den mit dem Mikroskop nach 2 und 10 Tagen gezählten Kolonien das Mittel genommen, aber die Versuche wurden wiederholt angestellt, das Resultat war stets dasselbe. Die Keimzahl von bact. coli war auf der Fleischextraktpeptongelatine und dem Albumose-Gelatineagarnährboden, wie auch Müller fand, ziemlich gleich, aber die Kolonien waren bei letzterem Nährmedium viel kleiner als bei ersterem. Noch schlechter wuchsen der bac. typhi und der vibr. cholerae auf dem Albumose-Nährboden, die Kolonien waren bei beiden Bakterienarten nach 2 Tagen noch nicht zählbar, nach 10 Tagen liessen sich die Typhusbacillen gut zählen, aber die Choleravibrionen auch dann noch nicht. Auf der Gelatine dagegen waren die Typhuskeime nach 2 Tagen gut entwickelt, die Cholerakeime schon nach 24 Stunden deutlich charakterisirt. Auch Glaesener,[1]) der einige neue Eiweisspräparate, darunter auch Nährstoff Heyden auf ihren Werth für bakteriologische Kulturzwecke prüfte und bei seinen vergleichenden Versuchen mit Nährlösungen dieser Eiweisssubstanzen und des gebräuchlichen Peptons auch bac. typhi und vibr. cholerae darin aussäte, kommt zu dem Schluss, dass die neuen Eiweisspräparate im Allgemeinen nicht so gute Nährmedien für die genannten Bakterienarten sind als das Pepton. Für bakteriologische Wasseruntersuchungen, bei denen auf Typhus- und Cholerabakterien gefahndet wird, ist diese Eigenschaft nicht willkommen, wenngleich zur speziellen Diagnostik die hierfür angegebenen Methoden anzuwenden sein werden. Die Verwendung von Nährböden mit dieser Albumose dürfte nur dann am Platze sein, wenn neben diesem noch Nährböden mit Fleischwasser und Pepton benutzt werden, wie es Spitta[2]) und Ohlmüller[3]) und ich gemacht haben. Es wird dann einerseits eine dem wirklichen Keimgehalt möglichst nahe stehende Keimzahl erreicht und andererseits gelangen die verschiedensten Arten von Bakterien zur Auskeimung.

---

[1]) Paul Glaesener, Ueber die Verwerthbarkeit einiger neuer Eiweisspräparate zu Kulturzwecken, Centralblatt für Bakteriologie u. s. w., Abth. I, 1900, Bd. XXVII, S. 724.

[2]) A. a. O.

[3]) Die Behandlung des Trinkwassers mit Ozon, dieser Band S. 417.

Die Hauptergebnisse der vorliegenden Untersuchungen seien in folgende Schlusssätze zusammengefasst:

1. Für das Wachsthum der Wasserbakterien sind Nährböden mit Gelatineagarmischungen vortheilhafter als solche mit Gelatine oder Agar allein.

2. Der Nährstoff Heyden leistet bei der bakteriologischen Wasseruntersuchung gute Dienste, ist aber für die Auffindung von Typhus- und Cholerabakterien weniger brauchbar als alkalische Fleischwasserpeptonnährböden.

3. Sollen in einem Wasser sowohl die Zahl als auch die Arten der Bakterien bestimmt werden, so empfiehlt es sich, neben Nährböden mit Fleischwasser und Pepton auch solche mit Nährstoff Heyden zu verwenden.

Versuche über Infektion durch kutane Impfung bei Thieren.

Von

Dr. E. Fritsche,

Königl. sächsischem Stabsarzt, kommandirt zum Kaiserlichen Gesundheitsamte.

Die bakteriologische Diagnose vieler gegenwärtig im Vordergrunde des Interesses stehender Infektionskrankheiten, vor allem der hämorrhagischen Septicämieen, stösst vielfach auf Schwierigkeiten, sobald durch Saprophyten verunreinigtes und in Zersetzung begriffenes Material zur Untersuchung gelangt; denn die Saprophyten bezw. die Fäulnissbakterien überwuchern die spezifischen Krankheitserreger, zumal wenn diese in geringer Anzahl oder wenig virulentem Zustande in dem Untersuchungsmaterial enthalten sind, und erschweren oder vereiteln dadurch die Stellung der Diagnose sowohl im Kultur- als auch im Thierversuch.

Die deutsche Pestkommission (1) hat deshalb zur Erleichterung der Isolirung der Pestbazillen aus verdächtigem Material die Verimpfung auf die Augenbindehaut der Ratte empfohlen. Wurden Gemische von dünnflüssigen Faeces und Pestbazillen sowie Koth an Pest eingegangener Thiere auf die Augenbindehaut von Ratten gebracht, so starben die Thiere zumeist an Pestinfektion, während die mit dem gleichen Material subkutan ausgeführten Kontrolimpfungen negativ ausfielen.

Eingehendere experimentelle Untersuchungen über Allgemeininfektion vom Conjunktivalsack aus stellte Römer (2) mit Milzbrand, Mäusesepticämie, Hühnercholera und dem Fränkel-Weichselbaum'schen Diplococcus lanceolatus an und erzielte bei seinen Versuchen mit Milzbrand und Mäusesepticämie bei Mäusen, mit Hühnercholera bei Mäusen, Kaninchen und Meerschweinchen, und mit dem Fränkel-Weichselbaum'schen Diplococcus lanc. bei Kaninchen und Mäusen Allgemeininfektion und tödtlichen Ausgang. Er kommt dabei zu dem Resultat, dass es für experimentelle Allgemeininfektionen kaum eine zweite so gefährliche Infektionsart giebt als die Impfung in den Bindehautsack. Auffallend sei dabei, dass in einem grossen Prozentsatz die Septicämieen viel rapider verlaufen, als wenn die Erreger direkt mit den Lymphbahnen des subkutanen Gewebes in Berührung gebracht werden.

Aehnliche Untersuchungen wie Römer und im Allgemeinen auch mit analogen Ergebnissen stellte ferner G. Mayer (3) in Würzburg und Berlin über die Infektion vom Conjunktivalsack aus an einem grösseren Thiermaterial mit Milzbrand, Pest, Psittacosis Nocard, Hühnercholera, Mäusetyphus, Tetanus, Diphtherie, Staphylococcus

pyogenes aureus, Choleravibrionen, Typhusbazillen, Aktinomykose, Tuberkulose, Rotz und Pseudotuberkulose an. Auch bei diesen Versuchen führte die Mehrzahl der verwendeten Bakterien eine tödtliche Allgemeininfektion des Thierkörpers durch Einbruch in die Blutbahn herbei; in rapider Weise bei Milzbrand, Pest, Hühnercholera, Mäusetyphus, sowie bei Rotz und Psittakose bei kleinen Thieren; subakut wirkte Pseudotuberkulose, sehr chronisch Tuberkulose, sowie Rotz und Psittakose bei grösseren Thieren. Tetanus und Diphtherie tödteten durch Giftwirkung; Cholera, Typhus und Aktinomykose drangen nicht in den Organismus ein.

Ausser der Conjunktivalimpfung haben nun österreichische Forscher (4) bei Pest die kutane Impfung in Form der Einreibung der Pestbazillen in die rasirte Haut mit noch besserem Erfolge geübt und deshalb an Stelle der Conjunktivalimpfung empfohlen. Es gelang ihnen mit diesem Infektionsmodus noch die Anwesenheit des Pestbazillus in Fällen nachzuweisen, wenn andere Arten der Impfung im Stiche liessen.

Auch anderen Forschern, wie Kolle (5), Kossel und Overbeck (6), hat diese Art der Impfung in der Folge bei Pest gute Dienste geleistet, auch sie ziehen dieselbe der Impfung auf die Conjunktiva noch vor.

Auf Grund dieser günstigen Urtheile über die kutane Impfung bei Pest seitens der genannten Autoren erschien es wünschenswerth, auch noch eine Reihe anderer Bakterien auf ihre Fähigkeit, bei Einreibung in die frisch rasirte Haut Allgemeininfektion zu erzeugen, zu prüfen, sowie dabei festzustellen, auf welchem Wege sie in die Haut eindringen und welche Veränderungen sie hier hervorrufen.

Der erste, welcher sich mit der Frage über den Durchgang der Bakterien durch die Haut beim Einreiben beschäftigte, war Garré (7); und zwar stellte er experimentelle Untersuchungen zunächst zur Entscheidung der Frage an, wie sich die unversehrte Haut der Bakterieninvasion gegenüber verhält. Zu diesem Zwecke rieb er sich in einen seiner eigenen Vorderarme eine grosse Menge einer Reinkultur von Staphylococcus pyog. aureus ein. Die Haut blieb dabei unverletzt. Es entwickelte sich zunächst eine Reihe von Pusteln und aus diesen unter Anschwellung der Achseldrüsen ein mächtiger Karbunkel, welcher bedrohliche Erscheinungen hervorrief. Bezüglich des Eindringens der Staphylokokken in die Haut fiel mithin Garrés Versuch positiv aus; allein es haftete ihm insofern eine Lücke an, als Garré die erkrankte Haut nicht mikroskopisch untersuchte.

Das letztere holte bereits wenige Jahre später Bockhart (8) nach, welcher sich gleichfalls in seinen eigenen vorher desinfizirten linken Vorderarm ein in sterilisirter Kochsalzlösung aufgeschwemmtes Partikelchen einer Agar-Mischkultur von Staphylococcus pyogenes aureus und albus einrieb. Allerdings wurde dabei eine kleine, etwa zehnpfenniggrosse Hautstelle in der Nähe des Ellenbogengelenks vor der Einreibung mit dem desinfizirten Nagel des rechten Zeigefingers leicht gekratzt. Am Tage nach der Einreibung waren bereits 60 Impetigopusteln an der Impfstelle aufgegangen, welche innerhalb von 8 Tagen bis auf 2 eingetrocknet und ohne Hinterlassung von Narben verheilt waren. Zwei verwandelten sich jedoch in zwei grosse äusserst schmerzhafte Furunkel, welche erst nach einem Monat in Heilung übergingen. Der Eiter aus 10 Pusteln und den beiden Furunkeln wurde mikroskopisch untersucht und

enthielt theils den Staphylococcus pyogenes aureus, theils den albus, theils beide zusammen. Ausserdem war das zehnpfennigstückgrosse, vor der Einreibung leicht mit dem Zeigefinger gekratzte Hautstück 3 Tage nach der Impfung zwecks histologischer Untersuchung ausgeschnitten worden. Auf Grund der letzteren stellt Bockhart folgende Eingangspforten der Eiterkokken in die Haut fest: a) die Ausführungsgänge der Knäueldrüsen, b) die Mündungen der Haarbälge und die Ausführungsgänge der Talgdrüsen, c) Stellen der Haut, die durch irgendwelche Insulte ihrer schützenden Hornschicht beraubt sind.

Um gleichfalls festzustellen, auf welchem Wege die in Furunkeln stets vorhandenen Staphylokokken in die Haut gelangen, rieb ferner Schimmelbusch (9) 2 Mal eine ganze Agarkultur von Staphylococcus pyogenes aureus in eine etwa handtellergrosse, vorher jedoch mit einer Nadel oberflächlich geritzte Hautstelle eines Unterschenkels ein. In dem einen Falle blutete die geritzte Haut nicht, in dem anderen ganz wenig. An beiden Impfstellen traten Pusteln auf, welche sich zu Furunkeln entwickelten. Die Einreibungsstelle wurde excidirt und mikroskopisch untersucht. Es zeigte sich, dass keinerlei Hautverletzung stattgefunden hatte, dass die Kokken längs der Haare in die Haut eingedrungen waren und hier zwischen Haarschaft und der nekrotischen sowie infiltrirten Wurzelscheide lagen.

Niemals konnte Schimmelbusch Kokken in den Ausführungsgängen der Schweissdrüsen nachweisen.

Auf die Einreibungen von Mikroben in die menschliche Haut folgen weiterhin auch Thierexperimente.

So rieb zunächst Roth (10) den Ribbert'schen Bazillus der Kaninchendarmdiphtherie und den Bazillus der Mäuse-Septicämie in die geschorene, aber nicht rasirte Haut von Meerschweinchen und Mäusen, und den Milzbrandbazillus in die unbehaarte Haut hinter dem Ohre bei Meerschweinchen ein. Er bediente sich dabei zumeist mit Lanolin, Adeps oder Olivenöl vermischter, bei Milzbrand jedoch auch unvermischter Reinkulturen.

Die Versuche fielen positiv aus. Die meisten Thiere erkrankten oder starben an Allgemeininfektion, jedoch nur bei stärkerem anhaltenden Verreiben der Kulturen in die Haut, während bei blossem Aufstreichen derselben auf die Haut die Thiere z. B. bei Milzbrand gesund blieben. In Schnitten durch die Milzbrand-Einreibungsstelle fand Roth niemals Bazillen in den Talgdrüsen, wohl aber in den Capillaren unter dem Rete Malpighi und in Querschnitten von Haarbälgen. Die Epidermis erwies sich stets als intakt.

Durch Thierversuche stellte ferner auch Machnoff (11) fest, dass es möglich sei, durch Einreiben in die unversehrte Haut Bakterien in den Körper einzuführen, dass die Hornschicht hierbei einen verlässlichen Schutz gewährt, und dass die Haarbälge die Eingangswege der Bakterien sind, von wo aus die Weiterverbreitung durch die Hautkapillaren erfolgt.

Er experimentirte mit Milzbrandkulturen auf Agar, die er theils mit, theils ohne Lanolin in die vorher geschorene Rückenhaut von Meerschweinchen einrieb. Bei sämmtlichen 7 Versuchsthieren trat der Tod in ca. 3 Tagen an allgemeinem Milzbrand ein.

Zu einem ähnlichen Resultate kamen auch Babes (12) und Cornil (13), welche Rotzbazillen mit Vaseline, Schweineschmalz oder Lanolin vermischt stark in die intakte Haut von Meerschweinchen einrieben. Sie erzeugten dadurch an der Einreibungsstelle typische Rotzpapeln und Rotzgeschwüre und gelangten auf Grund der mikroskopischen Untersuchung von Hautschnitten zu der Ueberzeugung, dass die Rotzbazillen zuerst in die Haarfollikel eindringen und von da aus in die Lymphräume der Haut.

Zu denselben Ergebnissen wie Schimmelbusch und Machnoff gelangte endlich auch Wasmuth (14) mit seinen Einreibungsversuchen von Bakterien in seine eigene Haut und die von Thieren. Auch er beschäftigte sich nur mit der Durchgängigkeit der unverletzten Haut und rieb sich zunächst Reinkulturen von Staphylococcus pyogenes albus und aureus in einen seiner Vorderarme ein, danach experimentirte er mit Staphylokokken und Erysipelkokken an Kaninchen, Meerschweinchen und weissen Mäusen, und mit virulentem Milzbrand an Meerschweinchen. Bei Thierversuchen wurden jedes Mal die zur Einreibung benutzten Stellen vorher vorsichtig geschoren.

Nach der mikroskopischen Untersuchung von Serienschnitten der Haut hält Wasmuth den Raum zwischen Haarschaft und Haarscheide für die Eintrittspforte der Mikroben. Die Haarbalg- und Schweissdrüsen vermitteln die Infektion nicht. Das Einreiben der Mikroben nach Vermischung mit Lanolin macht keinen ersichtlichen Unterschied in der Art und der Schnelligkeit des Eintritts der Infektion.

Nach dem bisher Gesagten stellen mithin, wenn man von den Einreibungsversuchen an Menschen absieht, nach Ansicht der verschiedenen Forscher die Haarbälge die Eingangspforten der Bakterien in die unversehrte Haut dar, und zwar hier nach Wasmuth speziell der Raum zwischen Haarschaft und Haarscheide.

Während nun die bisher genannten Autoren nur mit der unverletzten Haut experimentirten, zum Theil allerdings, wie bei Schimmelbusch und Bochhart, mit oberflächlichen Ritzungen derselben verbunden, führten die österreichischen Forscher, Albrecht und Ghon, ihre Pesteinreibungen in die rasirte Haut aus. Sie verfuhren dabei so, dass sie an einer stärker oder leichter rasirten Körperregion, gewöhnlich einer hinteren Extremität, mit einer Oese oder einem glattem Platinspatel etwas pestbazillenhaltiges Material oder ein wenig von einer Reinkultur verrieben. Dabei war es gleichgiltig, ob die betreffende Körperstelle stärker oder leichter rasirt war, blutete oder nicht blutete. Auch brauchte die Einreibung keine intensive zu sein.

Die Meerschweinchen erwiesen sich dieser Art der Impfung gegenüber höchst empfindlich, empfindlicher als alle anderen Versuchsthiere. Bei ihnen bestanden die Veränderungen an der Eingangspforte des Virus in einer bald stärker, bald geringer ausgebildeten Infiltration, die alle Uebergänge vom hämorrhagischen bis eitrig-nekrotischen Charakter zeigen konnte. Nicht selten fand sich auch, zumal wenn der Prozess nicht akut verlief, entsprechend der Einreibungsstelle ein oberflächliches Geschwür, meist mit Krusten oder Borken bedeckt.

Bei Kaninchen war manchmal an der Einreibungsstelle keine auffallende Veränderung wahrzunehmen. Auch bei Ratten waren die Resultate im Allgemeinen nicht

so gleichmässig sicher wie bei den Meerschweinchen. Manchmal blieb jedwede Reaktion an der Einreibungsstelle bei ihnen aus, während wiederum in anderen Fällen ein mehr oder minder ausgebreitetes Infiltrat mit oder ohne geschwürig aussehender Oberfläche aufgetreten war. In den meisten Fällen war auch die Umgebung der Impfungsstelle reaktionslos.

Der histologische Befund von Schnitten durch die Impfstelle war zunächst dadurch charakterisirt, dass im Bereich des Rasirens das Epithel fehlte. Die blossliegenden Coriumpapillen waren zumeist nekrotisch und von Blutungen, Bakterien und Kerndetritus durchsetzt. Ebenso verändert zeigten sich die angrenzenden subkutanen Bindegewebsschichten, woselbst die Bakterieninfiltration an Reichlichkeit noch zunahm. Ueber die ersten Eingangswege der Pestbazillen in die Haut finden sich bei den genannten Forschern keine näheren Angaben.

Die Untersuchungen, über welche nunmehr berichtet werden soll, wurden von April bis Dezember 1901 im bakteriologischen Laboratorium des Kaiserlichen Gesundheitsamtes ausgeführt und erstreckten sich auf Milzbrand, Diphtherie, Pest, Schweinerothlauf, Schweineseuche, Geflügelcholera, Streptococcus pyogenes, Diplococcus lanceolatus Fränkel, Staphylococcus pyogenes aureus, Rotz, menschliche Tuberkulose und Rindertuberkulose.

Die kutane Impfung erfolgte bei allen Versuchen in der Weise, dass Theile von Reinkulturen, Organsaft oder im Mörser zu Brei verriebene Organstückchen mit einem sterilen Glasstab in die frisch rasirte Bauchhaut eingerieben wurden.

Zu Versuchszwecken dienten Meerschweinchen, Kaninchen und Mäuse.

Versuche mit Milzbrandbazillen.

Sie sind von allen Einreibungsversuchen diejenigen, bei denen man die ersten Eintrittsstellen der Mikroben in die rasirte Bauchhaut am besten verfolgen konnte.

Zu Versuchsthieren wurden nur Meerschweinchen verwendet, von 185—220 g Körpergewicht. Als Einreibungsstelle diente die in etwa thalergrosser Ausdehnung rasirte Bauchhaut. Die Stärke des Rasirens wurde so bemessen, dass durch dasselbe nur die obersten Epithelschichten abgeschabt wurden. Die rasirte Bauchhautstelle blutete infolgedessen nach dem Rasiren nicht, sondern war nur mehr oder weniger stark geröthet; zuweilen zeigte sich etwas serösblutige Flüssigkeit auf der rasirten Fläche. Als Einreibungsmaterial diente je 2 Mal eine halbe 24stündige Agarkultur eines stärker und schwächer virulenten Milzbrandstammes, 1 Mal Herzblut und 1 Mal Milzsaft von einer an dem virulenteren Milzbrand subkutan eingegangenen Maus.

Zum Vergleich wurden dabei stets analoge subkutane Impfungen an gleichgrossen Thieren ausgeführt.

Von dem stärker virulenten Milzbrand tödtete eine kleine Oese einer 24stündigen Agarkultur subk. eine weisse Maus in 22 Stunden, von dem schwächer virulenten in 30—36 Stunden.

Bei Verwendung von Agarkultur des virulenteren Milzbrandes waren sowohl das subkutan wie das eine auf die Bauchhaut geimpfte Thier 30—36 Stunden nach der

Impfung todt. Das zweite auf die rasirte Bauchhaut infizirte Meerschweinchen starb nach 48 Stunden. Bei Einreibung von Milzbrandbazillen enthaltendem Mäuseherzblut wurde das Thier gleichfalls 30—36 Stunden nach der Impfung todt gefunden, während das entsprechend subkutan geimpfte erst nach 48 Stunden einging. Das zweite mit von derselben Milzbrandmaus herstammendem Milzsaft auf die rasirte Bauchhaut geimpfte Meerschweinchen hingegen war erst am 5. Tage nach der Impfung todt.

Bei Impfungen mit Agarkultur des weniger virulenten Milzbrandes fand man das subk. infizirte Thier am 4. Tage nach der Impfung früh todt, desgleichen das eine entsprechend auf die rasirte Bauchhaut geimpfte, das andere hingegen bereits am 3. Tage früh.

Bei den kutan auf die rasirte Bauchhaut geimpften Thieren war die Impfstelle am 1. Tage nach der Impfung etwas geröthet, schwach ödematös und bisweilen mit einem dünnen rothbraunen Schorf bedeckt, gleichgiltig, ob Agarkultur oder Organsaft eingerieben worden war. Diese Erscheinungen nahmen bis zum Tode der Thiere an Stärke zu. Infolge der kurzen Krankheitsdauer wurden Geschwüre nicht beobachtet. Bis etwa 10 Stunden vor dem Tode waren die Thiere anscheinend munter und frassen.

Der Sektionsbefund war zumeist folgender: Einreibungsstelle von aussen infiltrirt anzufühlen, mit Hämorrhagien behaftet, bisweilen feuchtglänzend und mit einem dunkelrothbraunen oberflächlichen Schorf bedeckt; nach dem Aufschneiden im Bereich der Einreibungsstelle und darüber hinaus, bisweilen die ganze untere Bauchgegend einnehmend, ein mehr oder weniger starkes hämorrhagisch-sulziges Oedem des Unterhautzellgewebes; keine Schwellung der benachbarten Lymphdrüsen. Oberfläche der Därme direkt unter der Impfstelle stets lebhaft geröthet, Milz und Leber dunkelroth, erstere dabei vergrössert; in Ausstrichpräparaten von Impfstelle, Blut, Milz und Leber reichlich Milzbrandbazillen; nach Impfung von Herzblut auf Agar Milzbrandreinkultur.

Bei den subkutan geimpften Kontrollthieren war der Sektionsbefund im Allgemeinen derselbe; nur war das hämorrhagisch-sulzige Oedem des Unterhautzellgewebes noch stärker und ausgedehnter, oft den ganzen Rumpf einnehmend, unter fast erbsengrosser Anschwellung der Axillar- und Inguinaldrüsen. Die Röthung der Därme im Bereich der Impfstelle fehlte dagegen immer.

Die Bauchhauteinreibungsstelle wurde stets ausgeschniten und theils 24 Stunden in konz. Sublimatalkohol mit nachfolgender Jodjodkalium - Alkoholbehandlung, theils 24 Stunden in 10 $^0/_0$iger Formalinlösung und danach in Alkohol abs. gehärtet und in Paraffin eingebettet. Die Schnittfärbung geschah nach Gram unter Vorfärbung mit Lithioncarmin, Picrocarmin oder Bismarckbraun.

Der histologische Befund der Einreibungsstelle war danach folgender:

Das Epithel ist nur noch an einzelnen Stellen erhalten; auf diesen Epithelresten liegen bisweilen noch einzelne Milzbrandbazillen; im Uebrigen aber sieht man dieselben in langgestreckten Zügen parallel zu den Haarbälgen und meistens unmittelbar an denselben entlang in die tieferen Schichten des Coriums ziehen. Bisweilen erfolgt das Eindringen in die Tiefe in sehr grossen Haufen, auch hier wiederum oft zu beiden Seiten eines Haarbalges; in solchen Fällen ist dann fast das ganze Gesichtsfeld

von blaugefärbten Bazillen eingenommen. Die grösseren, in Haufen erfolgenden Bazilleneinbrüche sind immer von reichlichen Blutungen in das Coriumgewebe begleitet, wie solche aber auch sonst namentlich in der untersten, an das subkutane Bindegewebe angrenzenden Coriumschicht vielfach zu finden sind. Die Kutis zeigt dabei einen ziemlichen Gefässreichthum, letztere erscheinen erweitert und sind mit rothen Blutkörperchen und Bazillen erfüllt. Vielfach sieht man Milzbrandbazillen innerhalb von quergeschnittenen Haarbälgen liegen, oft aber auch an längsgetroffenen Haaren sich in Linien innerhalb der Kutisschicht des Haarbalgs von der Mündung desselben bis herab zur Papille vorschieben. Bei anderen in quer- und längsgeschnittenen Haarpapillen liegenden Milzbrandbazillen hingegen macht es den Eindruck, als ob sie von unten her, durch die Kapillaren, in die Haarpapille eingewandert wären, denn die Kapillaren der Subkutis sind erweitert und gleichfalls mit Bazillen vollgestopft, ebenso wie grössere quer- und längsgeschnittene Blutgefässe; auch die unter dem subkutanen Bindegewebe liegende Muskulatur ist reichlich mit Bazillen durchsetzt.

Der bisher beschriebene Befund giebt mithin bezüglich des Weges, den die Milzbrandbazillen von der Oberfläche nach der Tiefe der Kutis genommen haben, keinen sicheren Aufschluss, da er nur von Thieren stammt, die der Infektion erlegen sind, und bei denen infolgedessen die Bazillen sowohl bis zu ihrem Einbruch in die Blutbahn, als nach demselben eine beträchtliche Vermehrung in der Kutis erfahren haben, die ihre ersten Eintrittspforten in dieselbe verdeckt. Gleichwohl weist das in allen Präparaten wiederkehrende reihenweise Herabziehen der Bazillen an den Haarbälgen entlang und innerhalb der äusseren Lage derselben bis zur Papille darauf hin, dass hier der hauptsächlichste Eingangsweg zu suchen ist, von wo aus dann die Weiterverbreitung in die Kapillaren des subkutanen Bindegewebes und aus diesen durch den Blutstrom in alle Körperorgane erfolgt.

Um nun eine zu weit vorgeschrittene Bazilleninvasion in das Corium auszuschalten und dadurch einen klareren und einwandfreieren histologischen Befund bezüglich des Weges, den die Bazillen von der Oberfläche der rasirten Haut nach der Tiefe eingeschlagen haben, zu gewinnen, wurden noch folgende Versuche angestellt:

Es wurde je ein Meerschweinchen 2, 4, 6, 9 und 18 Stunden nach der Einreibung mit einer halben 18 Stunden alten Agarkultur des virulenteren Milzbrandes getödtet und sezirt, die Impfstelle ausgeschnitten und in derselben Weise wie bei den an der Infektion zu Grunde gegangenen Thieren gehärtet, eingebettet und gefärbt.

Ferner wurde, um den Befund der in den oben genannten Zeiträumen ausgeschnittenen Impfstellen richtig beurtheilen zu können, die unrasirte und frisch rasirte Bauchhaut von gesunden Meerschweinchen zum Vergleich herangezogen. Das nach Tödtung normaler Thiere ausgeschnittene unrasirte und rasirte Bauchhautstück wurde in 10%iger Formalinlösung und Alkohol abs. gehärtet und in Paraffin eingebettet. Die davon angelegten nach verschiedenen Methoden gefärbten Schnitte zeigten zunächst, dass sich die rasirte Haut von der unrasirten nur durch das theilweise Fehlen der obersten Epithelschicht und durch vereinzelte kleine, in der obersten Schicht des Coriums befindliche Blutungen unterschied; letztere sind offenbar auf das beim Rasiren vorgekommene Ausreissen von Haaren zurückzuführen.

Bei den zu verschiedenen Zeiten nach der kutanen Milzbrandimpfung getödteten Thieren war der Sektionsbefund folgender:

Nach 2, 4, 6 und 9 Stunden war an den Impfstellen ausser geringer Röthung auf der Aussenseite nichts Auffallendes zu bemerken; es fehlte ferner jegliches Oedem des Unterhautzellgewebes; nach 18 Stunden war die Impfstelle mit einem dünnen rothbraunen Schorf bedeckt bei Röthung und geringer Schwellung in der Umgebung; auch das Unterhautzellgewebe erwies sich etwas ödematös. An den inneren Organen war bei allen in den oben genannten Zwischenzeiten umgebrachten Thieren etwas Krankhaftes makroskopisch nicht erkennbar; auch fehlte stets die entzündliche Röthung der Darmoberfläche im Bereich der Impfstellen.

In Ausstrichpräparaten von Herzblut, Milz und Leber fanden sich keine Milzbrandbazillen; ebenso blieben von Blut angelegte Agarkulturen bei 37° steril; reichlich hingegen wurden die Bazillen an der Impfstelle nachgewiesen.

Bei der mikroskopischen Untersuchung von Schnitten durch die Impfstellen trat folgendes Bild entgegen.

Nach 2 und 4 Stunden liegen die Bazillen noch sämmtlich auf der Oberfläche der theils mit Epithel bedeckten, theils desselben entblössten Coriumpapillen. Nach 6 Stunden zeigen Längs- und Querschnitte an vielen Stellen dasselbe Bild, andererseits sieht man aber auch vielfach Bazillenhaufen in die Mündungen der Haarbälge einbrechen und in der Kutisschicht derselben bis zur Mitte des Coriums vordringen. Die Haarpapillen sind noch sämmtlich frei von Bazillen, ebenso wie die Kapillaren der Kutis und Subkutis.

Unabhängig von den Haarbälgen schieben sich jedoch auch Bazillen von epithellosen Kutisstellen in den Lymphspalten nach der Tiefe des Coriums vor, doch auch hier noch nicht über die Intermediärschicht desselben hinaus; an derartigen Stellen finden sich gewöhnlich Blutungen in das Gewebe.

Der histologische Befund der nach 9 Stunden ausgeschnittenen Impfstelle weicht wenig von dem nach 6 Stunden ab.

Nach 18 Stunden jedoch ist die Bazilleneinwanderung sowohl in die Haarbälge als auch unabhängig davon von epithellosen Kutisstellen in das Coriumgewebe eine viel reichlichere und auch tiefer gehendere; gleichwohl gelangen die Bazillen auch jetzt noch nicht bis in die Haarpapillen oder im Coriumgewebe bis an die Grenze der Subkutis. Viel ausgedehnter und zahlreicher ist ferner nach 18 Stunden die Extravasation von rothen Blutkörperchen in das Coriumgewebe, auch im subkutanen Bindegewebe fällt dies bereits auf neben stärkerer Füllung der Blutgefässe.

In den zu den Haarbälgen gehörigen Talgdrüsen wurden nur ganz vereinzelt Bazillen gefunden; nach dem mikroskopischen Bilde handelte es sich dann anscheinend um eine sekundäre Einwanderung von den Haarbälgen aus.

(Schweissdrüsen kommen bei Meerschweinchen, Kaninchen, Ratten und Mäusen nicht in Frage.)

Nach diesen zuletzt mitgetheilten Schnittbefunden darf man mithin die Haarbälge, und zwar hier wiederum die äussere Kutisschicht derselben, sowie der schützenden Hornschicht beraubte Kutisstellen als die Eingangspforten der Milzbrandbazillen in die rasirte Haut ansprechen.

Versuche mit Diphtheriebazillen.

Zur Impfung wurde ein Diphtheriestamm benutzt, der im Mai 1900 aus dem diphtheritischen Rachenbelag eines Kindes gewonnen und seitdem nach wiederholter Thierpassage auf Blutserum fortgezüchtet worden war. 1 Oese einer 24stündigen Löffler'schen Blutserumkultur tödtete ein Meerschweinchen von 195 g bei Einspritzung unter die Haut in 25 Stunden. Es wurden nun 5 Meerschweinchen von 195—225 g in der bei Milzbrand näher beschriebenen Weise auf die rasirte Bauchhaut geimpft, und zwar einmal mit Löffler'scher Blutserumkultur, 1 Mal mit Agar- und 3 Mal mit Bouillonkultur; letztere wiederum gelangte 1 Mal unverdünnt, 1 Mal in 20facher und das dritte Mal in 200facher Verdünnung zur Anwendung. Entsprechende subkutane Kontrolimpfungen, und zwar in die Brust der Thiere, wurden auch hier zum Vergleich herangezogen. Die verwendeten Kulturen waren immer 24 Stunden alt. Von den fünf auf die Bauchhaut geimpften Thieren erlagen 3 der Infektion, nämlich das mit Blutserumkultur, das mit unverdünnter Bouillon und das mit 200fach verdünnter Bouillonkultur geimpfte. Ersteres wurde 36—40, die beiden anderen 60—64 Stunden nach der Impfung todt aufgefunden. Die beiden die Infektion überlebenden Meerschweinchen zeigten bei gleichen örtlichen Affektionen an der Impfstelle wie die zu Grunde gegangenen auch sehr schwere allgemeine Krankheitserscheinungen, erholten sich aber unter allmählichem Rückgang der örtlichen Symptome wieder. Die subkutan infizirten Thiere starben sämmtlich an der Infektion, und zwar immer 1 Tag früher als die entsprechend auf die Bauchhaut geimpften. Bei den letzteren bestanden die Veränderungen an der Impfstelle am ersten Tage nach der Impfung in einer mehr oder weniger ausgesprochenen Hautröthung und Infiltration neben Auftreten eines rothbraunen Schorfes. Allmählich wurde dann die ganze Impfstelle nekrotisch und nahm eine schwarzgraue Färbung an. Bei einem Thiere bestand neben diesem Schorf noch eine grauweisse, feuchte, runde Geschwürsfläche. Bei den beiden Meerschweinchen, welche die kutane Impfung auf die Bauchhaut überstanden, gingen die lokalen Krankheitserscheinungen nur sehr langsam zurück, sodass die Impfstelle bei dem einen nach 4, bei dem anderen erst nach 6 Wochen wieder normal war. Lähmungserscheinungen wurden dabei in der Rekonvalescenz nicht beobachtet.

Bei der Sektion der 3 an der kutanen Bauchhautimpfung eingegangenen Meerschweinchen wurde folgendes festgestellt:

1) Meerschweinchen mit Löffler'scher Blutserumkultur geimpft:

Hämorrhagisches Oedem an der Impfstelle einschliesslich des Unterhautzellgewebes, Röthung und starke Blutfüllung der Nebennieren, Röthung der Därme unter der Impfstelle, die übrigen Organe ohne Besonderheiten.

2) Meerschweinchen mit unverdünnter Bouillonkultur geimpft:

Auf der Aussenseite der Impfstelle eine runde, 1 cm im Durchmesser betragende Geschwürsfläche mit gelblichgrauem Grunde und durchsichtiger gallertiger Masse darüber; neben dem Geschwür ein grauschwarzer Schorf, starkes, nicht blutig gefärbtes Oedem des Unterhautzellgewebes, nach oben bis in die Axillargegenden reichend, grosse Mengen blutig-seröser Flüssigkeit in beiden Pleurahöhlen, braunfleckige

Atelektasen in den Lungen, Röthung der linken Nebenniere und der Darmoberfläche im Bereich der Impfstelle.

3) Meerschweinchen, geimpft mit 200fach verdünnter Bouillonkultur:

Auf der Impfstelle ein trockener, 2 cm langer, 1 cm breiter, ziemlich dicker, schwarzer Schorf; seine Umgebung 1,5 cm weit bläulich-roth verfärbt und stark geschwollen; Unterhautzellgewebe im Bereich der Impfstelle und darüber hinaus ödematös durchtränkt; Leistendrüsen beiderseits angeschwollen, Därme unmittelbar unter der Impfstelle entzündlich geröthet, beide Nebennieren stark dunkelroth und blutreich, ebenso Nieren und Leber sehr bluterfüllt; Milz normal, in den Pleurahöhlen geringe, etwas blutig gefärbte, wässerige Flüssigkeit.

Bei allen 3 Thieren in Ausstrichpräparaten von der Impfstelle vereinzelte Diphtheriebazillen.

Bei den subkutan infizirten Thieren war der Sektionsbefund fast der gleiche, nur fehlte die Röthung der unmittelbar unter der Impfstelle gelegenen Darmoberfläche, während andererseits das lokale Oedem etwas stärker und ausgedehnter war.

Schnitte durch die Impfstelle der kutan geimpften Thiere zeigen folgenden histologischen Befund.

Kutis in eine Pseudomembran umgewandelt, theilweise schon von ihrer Unterlage abgehoben, aus Leukocyten, zahlreichen in Zerfall begriffenen Kernen, reichlichen ausgetretenen rothen Blutkörperchen, Fibrinfäden und Bazillenhaufen bestehend.

Die Diphtheriebazillen befinden sich zunächst auf der Oberfläche und in den obersten Schichten der Membran, dringen aber auch an einzelnen Stellen etwas tiefer in dieselbe ein. Sie liegen zumeist in Haufen beisammen, sind vielfach etwas gequollen oder in körnigem Zerfall begriffen; in den Haufen lassen sich alle Uebergänge von gut erhaltenen Stäbchen bis zu fast kokkenartigen Formen verfolgen. Ein Gebundensein der Bazillen an die Nähe von Haarbälgen ist nicht zu bemerken, wenn sie auch bisweilen unmittelbar an Lücken im Gewebe zu finden sind, die zu Grunde gegangenen Haarschäften entsprechen. Neben den Bazillen finden sich in den obersten Schichten der nekrotisirten Kutis vielfach auch Kokkenhaufen. Das Unterhautbindegewebe, welches nirgends Bazillen enthält, zeigt eine sehr starke seröse Durchtränkung, verbunden mit reichlichen Blutaustritten und Fibrinausscheidungen. Zahlreiche Blutextravasate finden sich ferner auch in der unter der Subkutis gelegenen Muskelschicht neben Erweiterung der Gefässe und strotzender Füllung mit rothen Blutkörperchen.

Schnitte, in welchen neben der Pseudomembran noch die bei dem einen Thiere vorhanden gewesene Geschwürsfläche getroffen ist, zeigen im Allgemeinen denselben Befund, nur sind die Blutextravasate in das Gewebe und die Leukocyteninfiltration in der Nähe des Geschwürs noch stärker und ausgedehnter. Das Geschwür selbst reicht ausser in Kutis und Subkutis noch tief in die darunter liegenden Muskelschichten hinein. Bazillen finden sich weder auf dem Boden, noch an den Rändern des Geschwürs, sondern auch wieder in den obersten Schichten der sich an den Rand des Geschwürs anschliessenden nekrotisch gewordenen Kutis.

Bezüglich des Weges, den die Diphtheriebazillen von der Oberfläche nach der

Tiefe der rasirten Haut einschlagen, giebt mithin der obige Befund von Schnitten keinen Aufschluss, wie ja auch von vornherein nicht anders zu erwarten war, da die Diphtheriebazillen überhaupt nicht tief in die Impfstelle eindringen, sondern in den obersten Schichten derselben liegen bleiben und von hier aus vermöge ihrer Giftwirkung auf weite Entfernungen hin einen schädigenden Einfluss ausüben.

Soviel geht jedoch aus den Schnitten hervor, dass die Diphtheriebazillen bei ihrer Ausbreitung in der Haut nicht an die Haarbälge gebunden sind.

In Bezug auf die Anordnung der Bazillen in der nekrotischen Kutis ähnelt übrigens der obige Befund sehr den Resultaten, die Löffler (15) bei seinen Diphtherieimpfungen auf die Vaginalschleimhaut von Meerschweinchen erzielte. Er konnte in Schnitten durch die erkrankte Vulva und Vagina zumeist keine Diphtheriebazillen nachweisen, sondern immer nur massenhafte Kernwucherung an Stelle des Epithels, tief hineingehend in die Mucosa, Gefässfüllung und Extravasation rother Blutkörperchen im Gewebe. Einmal jedoch sah er ausserdem an einzelnen Stellen auf und in dem noch erhaltenen gequollenen Epithel dichte Massen von Stäbchen liegen, zum Theil schon in Zerfall begriffen, die Färbung schlecht annehmend.

Auch die wenigen in der Litteratur sich findenden histologischen Befunde von menschlicher Hautdiphtherie weisen darauf hin, dass die Diphtheriebazillen im allgemeinen nicht weit von der Impfstelle weg nach der Tiefe vordringen.

So theilt z. B. Ernst Neisser (16) einen Fall von Hautdiphtherie der rima ani bei einem fünfjährigen Knaben mit, der daneben noch an Diphtherie des Pharynx, Larynx und der Trachea litt und daran zu Grunde ging. Die Haut der rima ani war dabei in einer Länge von 10 cm und einer Breite von 4 cm zu beiden Seiten der Analöffnung mit schmierigen, weisslichen, membranösen Auflagerungen bedeckt, welche sich nicht abheben liessen, ohne leicht zu bluten. In Gefrierschnitten durch die diphtherische Partie am Anus fanden sich nun die Diphtheriebazillen, abgesehen von der oberen Randzone, welche eine von Farbstoff dicht durchdrungene Masse bildete und Einzelheiten nicht erkennen liess, am reichlichsten in den oberen Schichten des Corium, reichten allerdings auch noch zum Theil bis in die tiefen Lagen des Stratum reticulare herab.

Den histologischen Befund eines Falles von Hautdiphtherie beschreibt ferner Zaufal (17). Es handelte sich dabei um eine am rechten Zeigefinger befindliche 1 cm^2 grosse Infiltration, deren Zentrum exulcerirt war, bei einem Kinde mit bakteriologisch erwiesener schwerer Larynx- und Pharynxdiphtherie. Das Geschwür war der Anamnese nach dadurch entstanden, dass sich das Kind 8 Tage vor Beginn der Rachenaffektion in den Finger gebissen hatte. In Schnittpräparaten fanden sich nun die Diphtheriebazillen stets nur im Bereich der kleinen Ulceration und der anstossenden Schicht des Infiltrats, aber nie in der Tiefe der Haut.

Die Impfung der Thiere mit Diphtheriekulturen auf die rasirte Bauchhaut ergab demnach ein Bild, welches der entsprechenden menschlichen Erkrankung gleicht. Mit dieser Art der Impfung gelingt es besonders gut, die Eigenart des diphtherischen Krankheitsprozesses im Thierversuch zu zeigen.

Im folgenden reihen sich die Versuche mit den exquisit hämorrhagischen

Septicaemieen: Pest, Schweinerothlauf, Schweineseuche und Geflügelcholera, und im Anschluss daran die mit Streptococcus pyogenes, Diplococcus lanceolatus Fränkel und Staphylococcus pyogenes aureus an. Die Härtung und Einbettung der Impfstellen geschah dabei in derselben Weise wie bei Milzbrand.

Pest.

Die Untersuchungen erstreckten sich hier auf 2 Meerschweinchen mit einem Gewicht von 340 und 285 g. Das erstere wurde mit 3 kleinen Oesen einer 48stündigen Agarkultur, das zweite mit Milzbrei einer Pestratte auf die frisch rasirte Bauchhaut geimpft. Bei dem mit Agarkultur infizirten Thiere trat der Tod am 5., bei dem anderen am 4. Tage nach der Impfung ein.

Der Sektionsbefund des durch Agarkultur eingegangenen Thieres war folgender.

Impfstelle mit Schorf bedeckt, rechtsseitiger Schenkelbubo, Haut darüber stark hyperämisch, Milz dunkelroth, geschwollen, mit zahlreichen kleinen knötchenförmigen Herden, Leber stark verfettet, Lungen dunkelroth, derb und gleichfalls mit kleinen Knötchen durchsetzt.

Im Milzausstrich zahlreiche Pestbazillen, zum Theil deformirt.

Bei der Sektion des mit Milzbrei geimpften Thieres fand sich folgendes.

Starker Schorf an der Impfstelle, Haut in der Umgebung desselben sehr hyperämisch, desgleichen die Bauchdecken, auf der einen Seite ein reichlich bohnengrosser hämorrhagischer Axillar- und Inguinalbubo, Milz geschwollen und mit kleinen Pestherden behaftet, in den Därmen reichlich Blutungen, Lungen voll von kleinen Blutungen und Pestherden, zahlreiche Blutungen auch in der Herzmuskulatur.

Im Milzausstrich äusserst zahlreiche Pestbazillen.

Die Färbung der Schnitte von der Impfstelle erfolgte nach einem von Kossel und Overbeck (6) für Pestschnitte angegebenen Verfahren mit einem Gemisch von Methylenblau und Eosin in alkalischer Lösung. Die Pestbazillen heben sich danach in den Präparaten als dunkelblau-violette Stäbchen gut von dem rosa gefärbten Untergrund ab.

Der Schnittbefund ist im allgemeinen folgender.

Auf der Kutis stellenweise ein aus zahlreichen weissen und rothen Blutkörperchen bestehender Belag, zum Theil schon von seiner Unterlage von unten her abgehoben. Epidermis, soweit erhalten, gleichfalls vielfach von kleinen Rundzellen und rothen Blutkörperchen durchsetzt. Zahlreiche kleine Blutaustritte und Leukocyteninfiltration ferner in der obersten Schicht der Kutis und Subkutis; die Lpmphspalten, Kapillaren und Blutgefässe der Kutis und Subkutis erweitert, Kapillaren und Blutgefässe dabei srotzend mit rothen Blutkörperchen angefüllt.

Die Pestbazillen finden sich zunächst zwischen den Epithelzellen der noch vorhandenen Epithelreste, und zwar liegen sie in den hier befindlichen aus Leukocyten und rothen Blutkörperchen bestehenden Infiltrationsherden. Ferner sieht man sie in mehr oder minder grossen Häufchen überall in den Lymphspalten der Kutis. Grössere Bazillenhaufen trifft man endlich in den aus Blutaustritten und Rundzellen bestehenden

Herden der untersten Kutisschicht und Subkutis. Daneben findet man sie reichlich in den Kapillaren und Gefässen der unter der Haut gelegenen Muskelschichten. Die Haarbälge sind frei von Bazillen, es kann demnach die Einwanderung derselben von der Oberfläche nach der Tiefe der Haut völlig unabhängig von den Haaren vor sich gehen.

Schweinerothlauf.

Mit Schweinerothlauf wurden 2 Meerschweinchen, 3 Kaninchen und 3 Mäuse auf die rasirte Bauchhaut infizirt; die Meerschweinchen wogen gegen 200 g, die Kaninchen 360, 1200 und 1300 g. Zum Einreiben wurde zumeist Blut oder im Mörser zu Brei verriebene Organstückchen (Milz und Niere), und 1 Mal Bouillonkultur nach mehrfacher Thierpassage verwandt.

Von den Meerschweinchen und Kaninchen ging kein Thier ein, die Mäuse hingegen sämmtlich. Bei den Meerschweinchen bestanden die lokalen Erscheinungen in den ersten Tagen nach der Impfung nur in geringer Röthung oder leichter Schuppung. Nach 6—8 Tagen war die Impfstelle wieder ganz normal. Dabei waren die Thiere immer munter. Bei den Kaninchen waren die Erscheinungen der Impfstelle schon etwas heftiger; vom 2. Tage ab fand sich gewöhnlich ein rothbrauner Schorf mit mehr oder weniger starker Röthung in seiner Umgebung, 1 Mal sogar mit starker Schwellung der Haut verbunden; doch gingen auch diese Erscheinungen immer sehr bald zurück und diese Thiere boten gleichfalls niemals irgend welche Zeichen von Kranksein.

Bei den Mäusen war die Impfstelle stets vom 2. Tage ab mit einem oberflächlichen rothbraunen Schorf bedeckt und in dessen Umgebung geröthet, wozu sich dann in der Folge eine verschieden starke Schwellung hinzugesellte. Eine Maus starb 3 Tage, die beiden anderen 4 Tage nach der Impfung; die entsprechend subkutan geimpften Mäuse verendeten nach 3 Tagen.

Der Sektionsbefund der 3 kutan geimpften Thiere war folgender.

Impfstelle aussen mit rothbraunem Schorf bedeckt und verdickt; Unterhautzellgewebe 1 Mal etwas ödematös; Milz meist vergrössert, dunkelroth, mit Schwellung der Follikel; Nieren 1 Mal in Verfettung begriffen; im Uebrigen innere Organe makroskopisch wenig verändert.

In Ausstrichpräparaten von Impfstelle, Milz, Leber, Nieren und Blut reichlich Schweinerothlaufbazillen nachweisbar. Die Schnittpräparate von der Impfstelle wurden nach Gram gefärbt.

In denselben findet man die Kutis wieder nekrotisch, jedoch ohne Einwanderung von Leukocyten. Neben der Nekrose fallen zahlreiche Blutaustritte in das Gewebe bei grossem Gefässreichthum der Kutis und Subkutis auf; die erweiterten Kapillaren und kleinen Blutgefässe sind wieder reichlich mit rothen Blutkörperchen angefüllt. Die Schweinerothlaufbazillen finden sich ausser in den Kapillaren und Blutgefässen vor allem in den Haarbälgen der Kutis. Die letzteren sind so reichlich damit infiltrirt, dass man daraus schliessen darf, dass sie in erster Linie die Eingangswege der Bazillen von der Oberfläche nach der Tiefe der Haut gewesen sind. Aus den Haar-

bälgen dürfte die Weiterverbreitung durch die Kapillaren stattgefunden haben, die vor allem in dem subkutanen Bindegewebe strotzend mit Bazillen vollgestoft sind. Daneben finden sich theilweise sehr grosse Bazillenmassen diffus in den Lymphspalten der Subkutis. Grosse Mengen von ihnen sieht man ferner auch in den Gefässen der unter der Subkutis gelegenen Muskulatur.

Schweineseuche.

Mit Schweineseuche wurden 3 Meerschweinchen, 1 Maus und 4 Kaninchen auf die rasirte Bauchhaut geimpft. Als Einreibungsmaterial dienten Organstückchen oder Gewebssaft von frisch an der Seuche eingegangenen Thieren.

Die kutan infizirten Meerschweinchen von 200—220 g Körpergewicht überstanden sämmtlich die Infektion, während zwei entsprechend subkutan geimpfte nach 6 und 7 Tagen zu Grunde gingen. Bei den ersteren bestanden die Veränderungen an den Einreibungsstellen in den ersten Tagen nach der Impfung nur in geringer Röthung und theilweiser oberflächlicher Schorfbildung. Die Thiere waren dabei immer munter; nach 8 Tagen war die Impfstelle wieder völlig normal.

Bei der auf die Bauchhaut infizirten Maus blieb überhaupt jede Reaktion an der Impfstelle aus, während die entsprechend subkutan geimpfte nach 3 Tagen todt war.

Von den 4 kutan geimpften Kaninchen erlagen 2, von 1050 und 1100 g Körpergewicht der Infektion; das 3. ging zufällig an Coccidien zu Grunde, das 4. von 1580 g Körpergewicht blieb gesund.

Bei dem letzteren zeigte die Impfstelle nur im Anfang vorübergehend geringe Röthung; dabei war das Thier auch sonst nicht im mindesten krank.

Bei dem an Coccidien eingegangenen Kaninchen traten die schwersten lokalen Affektionen an der Impfstelle auf; dieselbe war bereits am Tage nach der Impfung geröthet und infiltrirt, dabei das Thier schon allgemein krank. Am vierten Tage war ein wallnussgrosser praller Abzess an der Impfstelle vorhanden, bei dessen Eröffnung durch Incision sich dickflüssiger, gelbich-weisser Eiter entleerte. In ihm wurden Schweineseuchebazillen nachgewiesen und auch in Reinkultur auf Agar daraus gewonnen. Durch Schliessung der Wunde wuchs der Abzess von neuem zu einer fünfmarkstückgrossen halbkugeligen Geschwulst an, bei deren abermaliger Eröffnung am 12. Krankheitstage sich wiederum Schweineseuchebazillen nachweisen und auch auf Agar in Reinkultur züchten liessen. Unter Bestehenbleiben des Abszesses trat am 22. Tage der Tod ein.

Bei der Sektion fanden sich neben den lokalen Affektionen zahlreiche grössere und kleinere gelbweisse Knötchen in der Leber, welche grosse Massen von Coccidien enthielten; zahlreiche Coccidien liessen sich auch im Darminhalt nachweisen; im Uebrigen waren die inneren Organe ohne Besonderheiten und frei von Bazillen, ebenso wie das Blut.

Bei den beiden durch die kutane Infektion getödteten Thieren war die Impfstelle bis zum Eintritt des Todes mehr oder weniger stark geröthet und theilweise mit rothbraunem Schorf bedeckt. Am Tage vor dem Tode waren die Thiere auch allgemein sehr krank.

Bei dem nach 4 Tagen gestorbenen fand sich bei der Sektion neben dem röthlichen Schorf an der Impfstelle eine stark eitrige Perikarditis; der Herzbeutel war mit der Pleura costalis und dem Zwerchfell durch fibrinös-eitrige Auflagerungen verwachsen; beide Blätter des Herzbeutels waren mit einem dicken gelben fibrinöseitrigen Belag behaftet; im übrigen war die Leber geschwollen und sehr blutreich; Milz und Lungen zeigten makroskopisch nichts Krankhaftes.

In Ausstrichpräparaten von Impfstelle, Milz, Leber, Niere, Blut und Perikardialeiter reichlich Schweineseuchebazillen.

Bei dem anderen Thiere zeigte sich die Impfstelle bei der Sektion gleichfalls mit Schorf bedeckt, daneben auch noch ödematös, die inneren Organe waren jedoch makroskopisch nicht verändert.

In Ausstrichpräparaten von der Impfstelle und den inneren Organen wieder reichlich Schweineseuchebazillen vorhanden.

Schnitte von den Impfstellen, wie bei Pest gefärbt, zeigen die Epidermis theilweise mit einem fibrinös-eitrigen, aus Leukocyten bestehenden Belag bedeckt, auch das Corium vielfach mit kleinen Rundzellen und ausgetretenen rothen Blutkörperchen infiltrirt. Die Schweineseuchebazillen finden sich niemals in den Haarbälgen, wohl aber in den in der Kutis vorhandenen Blutungen und besonders in den Kapillaren sowie kleineren und grösseren Blutgefässen der Kutis und Subkutis. Die Kapillaren sind vielfach vollständig von Bazillen ausgefüllt. Bei den grösseren Blutgefässen sind besonders die Wandungen von Bazillenmassen durchsetzt.

Nach dem Befunde scheinen die Bazillen in den Kapillaren und Gefässen von der Oberfläche nach der Tiefe der Haut vorgedrungen zu sein.

Geflügel-Cholera.

Die Versuche wurden mit einer Kultur angestellt, die Tauben bei subkutaner Impfung in die Brustmuskulatur in 18 Stunden tödtete.

Zum Einreiben in die rasirte Bauchhaut wurden Herzblut oder Organstückchen von an der Seuche eingegangenen Kaninchen benutzt.

Damit wurden 4 Meerschweinchen und 2 Kaninchen geimpft; von den ersteren bekamen 3 vorübergehend ein kleines Infiltrat und Schorfe an der Impfstelle, letztere hingegen waren 20—24 Stunden nach der Infektion todt.

Bei der Sektion fand sich an der Impfstelle nur geringe Röthung und etwas Oedem; die inneren Organe waren makroskopisch ohne Veränderungen.

In Ausstrichen von Impfstelle, Milz, Niere, Leber und Blut reichlich Geflügelcholerabazillen.

Schnittpräparate von der Impfstelle wieder nach Art der Pestschnitte gefärbt, zeigen infolge des sehr kurzen Krankheitsverlaufs die Kutis nur wenig verändert; dieselbe trägt nur die Anfänge eines hämorrhagischen Oedems: Erweiterung der Lymphspalten und Blutgefässe bei ziemlicher Füllung der letzteren sowie beginnendem Austritt von weissen und rothen Blutkörperchen. Geflügelcholerabazillen finden sich nur in geringen Mengen in den Blutgefässen; in Haarbälgen können sie nicht nachgewiesen werden.

Streptococcus pyogenes.

Zur Impfung wurde ein aus einer Argina gezüchteter Streptococcus verwandt. Derselbe erwies sich jedoch nur für Mäuse pathogen, welche er subkutan nach 36—40 Stunden tötete.

Mit ihm wurden deshalb 2 Mäuse auf die rasirte Bauchhaut geimpft, und zwar die eine mit Nierenbrei, die andere mit dem eitrigen Bauchfellbelag einer subkutan an der Infektion eingegangenen Maus. Beide Thiere starben 4 Tage nach der Impfung.

Die Impfstelle war am 1. Tage geröthet, die Röthung nahm in der Folge zu, gleichzeitig bildete sich ein rothbrauner Schorf. Am letzten Krankheitstage zeigten die Thiere verklebte Augen und waren auch im Allgemeinen sehr krank.

Der Sektionsbefund war folgender:

Aussenseite der Impfstelle mit rothbraunem Schorf bedeckt und verdickt, auch Innenseite 1 Mal geröthet und eitrig belegt. Milz immer geschwollen, Leber gleichfalls bei dem einen Thiere vergrössert.

In Ausstrichpräparaten von Impfstelle, Milz, Niere, Leber und Blut reichlich Streptokokken vorhanden.

In den nach Gram gefärbten Schnitten der Impfstelle erscheint die Kutis theilweise bis zur Mitte nekrotisch; an einzelnen Stellen ist auf ihr ein aus Leukocyten bestehender Belag vorhanden. Die Streptokokken liegen in grossen Mengen in den Lymphräumen der Kutis und Subkutis, und zwar in letzterer ganz besonders zahlreich, ebenso wie in der angrenzenden Muskelschicht. Daneben finden sie sich auch in den Kapillaren und Blutgefässen, aber niemals in den Haarbälgen.

Sie scheinen sich mithin in den Lymphwegen nach der Tiefe begeben und zunächst im subkutanen Zellgewebe angesiedelt zu haben.

Diplococcus lanceolatus Fränkel.

Derselbe war hauptsächlich für Kaninchen pathogen, weniger für Mäuse, bei welchen der Krankheitsprozess bei subkutaner Impfung mehr chronisch verlief, gar nicht für Meerschweinchen.

Mit ihm wurden 2 Kaninchen von 360 g Körpergewicht und 1 Maus auf die rasirte Bauchhaut geimpft, und zwar das eine Kaninchen mit etwas Bouillonkultur, das andere sowie die Maus mit Herzblut eines der Infektion erlegenen Kaninchens.

Das mit Bouillonkultur infizirte Kaninchen war 2 Tage, das andere 9 Tage nach der Infektion tot; ein entsprechend subkutan geimpftes Thier ging am 3. Tage ein.

Bei dem nach 2 Tagen zu Grunde gegangenen Kaninchen war die Einreibungsstelle am 1. Tage mässig, am 2. sehr intensiv geröthet. Bei dem anderen mit längerem Krankheitsverlauf war die Impfstelle vom 2. Tage ab sehr stark geröthet, geschwollen und theilweise mit einem Schorf bedeckt; am 3. Tage war der Schorf bereits nekrotisch bei starker Röthung und Oedem in seiner Umgebung und allgemeinen Krankheitserscheinungen; in den folgenden Tagen gingen die entzündlichen Erscheinungen etwas zurück, und das Thier erholte sich wieder etwas. Am 9. Tage früh wurde es jedoch todt gefunden.

Bei der Sektion waren nur die Veränderungen an der Impfstelle, Röthung, Schwellung und Schorfbildung vorhanden, während die inneren Organe bei beiden Thieren makroskopisch Veränderungen nicht erkennen liessen.

Bei dem nach 2 Tagen der Infektion erlegenen Thiere fanden sich an der Impfstelle und in den inneren Organen reichlich Fränkel'sche Diplokokken, desgleichen an der Impfstelle des anderen Thieres, dagegen nicht im Blut und in den inneren Organen des letzteren.

Von den Mäusen starb nur das subkutan infizirte Thier, jedoch auch erst nach 11 Tagen, an der Infektion. Die auf die Bauchhaut geimpfte Maus war zwar auch nach 5 Tagen todt, aber anscheinend nicht infolge der Impfung, da sich weder an der Impfstelle noch in den inneren Organen und im Blut der Diplokokkus lanceolatus nachweisen liess.

Der histologische Befund der Impfstelle des nach 2 Tagen eingegangenen Kaninchens war in nach Gram gefärbten Schnitten folgender.

Beschränkung der Infiltration mit Rundzellen auf die oberflächlichste Schicht der Kutis; diese infiltrirte Schicht schon zumeist von ihrer Unterlage abgehoben; in den tieferen Lagen der Kutis sehr zahlreiche und ausgedehnte Extravasationen von rothen Blutkörperchen neben Leukocytenanhäufungen und grossem Reichthum an erweiterten und stark gefüllten Kapillaren und Blutgefässen; dasselbe in etwas geringerem Maasse auch im subkutanen Zellgewebe; die Fränkel'schen Diplokokken in grossen Massen in den Blutungen, Kapillaren und Gefässen der Kutis und Subkutis, niemals in den Haarbälgen.

Bei dem anderen, länger verlaufenen Falle zeigt sich die Kutis zum grössten Theil nekrotisch und vollständig von Diplokokken durchsetzt.

Staphylococcus pyogenes aureus.

Aus einem menschlichen Furunkel gezüchtet erwies er sich nur für Kaninchen, und auch für diese nur in geringem Grade virulent.

Ein mit Agarkultur davon auf die rasirte Bauchhaut geimpftes Kaninchen von 440 g Gewicht verendete nach 6 Tagen. Der Krankheitsverlauf war folgender: Impfstelle vom 2. Tage ab lebhaft geröthet, am 3. Tage ein brauner Schorf darauf, mit dunkler Röthung in seiner Umgebung, vom 4. Tage neben dem Schorfe ein mit Eiter gefülltes Bläschen bei allgemeinem Kranksein; unter Auftreten einer nassen Schnauze am 6. Tage todt.

Sektionsbefund.

Impfstelle aussen geröthet, feucht und an einzelnen Stellen gelblich verfärbt; Innenseite gleichfalls geröthet, Milz o. B., Leber sehr blutreich, Nieren etwas geröthet, Lungen o. B. In Ausstrichen von der Impfstelle reichlich Staphylokokken, im Blut und in den inneren Organen jedoch keine nachweisbar.

Schnitte nach Gram gefärbt zeigen die Kutis zum Theil nekrotisch und mit Blutungen durchsetzt, die Staphylokokken fast nur in den Haarbälgen liegend; viel seltener trifft man sie auch in den Lymphspalten.

Die bisher beschriebenen Einreibungsversuche erstreckten sich nur auf zumeist sehr akut wirkende Infektionserreger; im Folgenden soll nun ein eben solcher Versuch mit einer subakuten Infektionskrankheit, nämlich Rotz, und im Anschluss daran die mit der chronisch verlaufenden Menschen- und Rinder-Tuberkulose erzielten Resultate mitgetheilt werden.

Rotz.

Als Impfungsmaterial diente eine 24stündige Agarkultur, von der mehrere Oesen in die rasirte Bauchhaut eines männlichen Meerschweinchens von 200 g eingerieben wurden.

Am 3. Tage nach der Impfung war die Einreibungsstelle mit einem schwarzbraunen stark glänzenden Schorf bedeckt bei mässiger Schwellung in der Umgebung desselben; in den folgenden Tagen nahm diese Schwellung zu, gleichzeitig schwollen beiderseits die Leistendrüsen an. In der 2. Woche nach der Impfung war das Thier schon krank unter Auftreten eines Geschwüres an der Impfstelle und Anschwellung der Beingelenke. Am 16. Krankheitstage trat der Tod ein.

Sektionsbefund.

Impfstelle in ein grosses Geschwür verwandelt, mit schmierigem dunkelbraunen Belag; ausser am linken Vorderbein in allen Beingelenken haselnussgrosse, röthlichbraune Rotzknoten, auf der Schnittfläche vereitert, Milz dunkelroth und vergrössert, Leber auch sehr blutreich, dabei auf ihrer Oberfläche ein grauweisses, erbsengrosses und gelblichweisses stecknadelkopfgrosses Knötchen sichtbar, in den Lungen mehrere dunkelrothe umschriebene Fleckchen; Hoden nur wenig vergrössert.

Im Ausstrich von der Impfstelle sehr reichlich Rotzbazillen, ebenso ziemlich zahlreich in Herzblut, Milz, Leber, Nieren, Lungen und Gelenkknoten der Beine.

Härtung und Einbettung der Impfstelle erfolgte wie oben, die Färbung der Schnitte wieder wie bei Pest.

In letzteren zeigt sich die Kutis neben dem Geschwür zumeist nekrotisch und überaus reichlich mit kleineren Rundzellen und grösseren Epitheloidzellen durchsetzt, ein Befund, der sich auch vielfach noch in die Subkutis fortsetzt. An einzelnen Stellen scheint eine Epithelwucherung stattgefunden zu haben. Das Geschwür liegt ziemlich oberflächlich. Die Rotzbazillen befinden sich in grossen Mengen theils auf der Oberfläche des Geschwürsgrundes und der nekrotisirten Kutis, theils in grösseren und kleineren Haufen in den Lymphspalten der tieferen Lagen des Corium und der Subkutis. Auch in verhältnissmässig gut erhaltenen Epidermis- und Kutisstellen, welche an die nekrotischen Partien angrenzen, sieht man ziemlich oft Bazillenzüge nach der Tiefe vordringen; und zwar trifft man sie hier auch bisweilen in den Haarbälgen an. Im Allgemeinen jedoch liegen sie ausserhalb derselben.

Menschentuberkulose.

Mit menschlicher Tuberkulose wurden 7 Meerschweinchen und 3 Kaninchen auf die rasirte Bauchhaut geimpft, und zwar theils mit Glycerin-Serum-Kultur, theils mit

tuberkulösen Organstückchen. Bei den Meerschweinchen wurden gleichzeitig entsprechende subkutane Impfungen ausgeführt. Das Körpergewicht betrug zur Zeit der Impfung bei den Meerschweinchen 200—260, bei den Kaninchen 1280—1400 g. Bei 2 Meerschweinchen fiel der Versuch negativ aus, indem nicht einmal an der Impfstelle irgend welche tuberkulöse Affektionen auftraten, die übrigen fünf hingegen erkrankten zunächst an örtlicher und später an allgemeiner Tuberkulose. Die lokalen Erscheinungen an der Impfstelle und ihrer Umgebung spielten sich dabei in folgender Weise ab.

Nach etwa 14 Tagen war die Impfstelle verdickt, uneben, von rauher Oberfläche und mit mehreren hanfkorngrossen, rothbraunen, in der Kutis sitzenden Knötchen behaftet. Gleichzeitig schwollen mit ihrem Aufschiessen die Leistendrüsen an. In der Folge wuchsen die Knötchen, welche zum Theil feine Schuppung zeigten, zu erbsengrossen, warzenartigen Gebilden heran. Neben den Knötchen traten nach 1—2 Monaten kleine oberflächliche Substanzverluste auf, welche sich allmählich in typische tuberkulöse Geschwüre umwandelten, bisweilen gingen auch Geschwüre aus erweichenden und zerfallenden Knötchen hervor. Die Schwellung der Leistendrüsen, welche zunächst einseitig auftrat, sich in der Folge aber auf beide Leistengegenden erstreckte, erreichte nach 1½—2 Monaten Bohnen- und Wallnussgrösse, und übertraf darin die Drüsenschwellungen der subkutan infizirten Thiere, welche an Bohnengrösse kaum herankamen. Allerdings verkleinerten sich die geschwollenen Drüsen der kutan geimpften Thiere späterhin insofern wieder etwas, als sie zumeist nach 4—5 Monaten spontan abscedirten.

Von den 5 mit lokalen tuberkulösen Veränderungen an der Impfstelle und mit Drüsenschwellungen behafteten kutan infizirten Meerschweinchen gingen 2 spontan an Tuberkulose zu Grunde, das eine nach 22, das andere nach 26 Wochen, während die zu gleicher Zeit entsprechend subkutan geimpften Thiere schon nach 11 und 13 Wochen an typischer Tuberkulose der inneren Organe eingegangen waren.

Bei der Sektion der beiden ersteren Thiere zeigten sich Milz, Leber und Lungen vollständig von miliaren Tuberkelknötchen durchsetzt neben grösseren gelbweissen, speckigen Herden.

Die übrigen 3 auf die rasirte Bauchhaut geimpften und danach lokal erkrankten Meerschweinchen wurden getödtet, und zwar 2 nach 6½ Wochen, das 3. nach 7½ Monaten.

Bei den ersteren beiden fanden sich nur vereinzelte hanfkorngrosse Tuberkelknötchen in Milz, Leber und Lungen, dagegen eine schon sehr weit vorgeschrittene Tuberkulose in den genannten Organen bei den gleichzeitig mit ihnen getödteten subkutan geimpften Thieren, sowie bei dem dritten nach 7½ Monaten umgebrachten, kutan geimpften Thier.

In Ausstrichen von Impfstelle, Milz, Leber, Lungen und Drüsen wurden einzelne Tuberkelbazillen nachgewiesen.

Der histologische Befund von Schnitten durch die Impfstelle entsprach den bisher bei Hauttuberkulose beobachteten Gewebsveränderungen. Die Tuberkelbazillen fanden sich nur spärlich in den untersuchten Schnittpräparaten.

Von den 3 kutan geimpften Kaninchen ging das eine, ohne irgend welche Erscheinungen seitens der Impfstelle oder der benachbarten Drüsen zu zeigen nach 4 Wochen an Coccidieninfektion zu Grunde. Auch die inneren Organe erwiesen sich bei der Sektion frei von Tuberkulose. Von den beiden übrigen zeigte das eine nur im Anfang vorübergehend mehrere kleine rothbraune, stecknadelkopfgrosse Knötchen auf der Impfstelle ohne begleitende Drüsenschwellung, das andere wiederum bohnengrosse Axillardrüsen ohne Veränderungen an der Impfstelle. Beide Thiere wurden 6 Monate nach der Impfung getödtet und zeigten bei der Sektion abgesehen von vereiterten und einzelne Tuberkelbazillen im Ausstrich enthaltenden Axillardrüsen bei dem einen von ihnen, weder an der Impfstelle noch in den inneren Organen tuberkulöse Veränderungen.

Rindertuberkulose.

Mit Rindertuberkulose wurden 2 Meerschweinchen und 1 Kaninchen theils wiederum mit Glycerin-Serum-Kultur, theils mit Organstückchen kutan geimpft. Bei den Meerschweinchen wurden wieder analoge subkutane Impfungen zum Vergleich herangezogen, wobei das eine Thier nach 4, das andere nach 6½ Wochen der Infektion erlag.

Von den beiden kutan infizirten Thieren starb das eine nach 3½ Wochen, das andere nach 22 Wochen, das erstere jedoch anscheinend nicht an Tuberkulose, sondern aus einer anderen, durch die Sektion nicht festzustellenden Ursache; denn es fand sich bei derselben nur eine etwa übererbsengrosse verkäste Leistendrüse, in welcher im Ausstrichpräparat vereinzelte Tuberkelbazillen nachgewiesen wurden, im Uebrigen aber weder an der Impfstelle noch an den inneren Organen makroskopisch irgend eine tuberkulöse Veränderung; auch bei der mikroskopischen Untersuchung der inneren Organe konnten Tuberkelbazillen nicht gefunden werden.

Bei dem anderen nach 22 Wochen eingegangenen Thiere entstanden an der Impfstelle zunächst wieder mehrere warzenartige Knötchen, von denen eins in einen kleinen Abscess und dieser in ein tuberkulöses Geschwür überging. Die Leistendrüsen schwollen auch hier allmählich bis zu Bohnen- und Wallnussgrösse an und abscedirten gleichfalls auf der einen Seite spontan nach 4 Monaten. Bei der Sektion fand sich neben den Veränderungen an der Impfstelle und vereiterten Leisten- und Achselhöhlendrüsen eine weit vorgeschrittene Tuberkulose von Milz, Leber und Lungen.

In Ausstrichen von Impfstelle, Milz und Lungen wurden reichlich Tuberkelbazillen gefunden.

Der Schnittbefund der Impfstelle war derselbe wie bei den mit Menschentuberkulose geimpften Meerschweinchen, nur waren die Tuberkelbazillen darin viel reichlicher vorhanden.

Bei dem Kaninchen zeigte die Impfstelle nach 3 Wochen das Bild einer ausgesprochenen Tuberculosis cutis verrucosa; dazu gesellte sich einige Wochen später noch ein Geschwür. Doch bildeten sich diese Veränderungen allmählich wieder zurück, sodass die Impfstelle 3 Monate nach der Infektion wieder völlig normal war. Nur die Drüsenschwellungen, welche ausserdem zunächst in der rechten Leistengegend und später auch in der rechten Axillargegend aufgetreten waren, blieben bestehen und

erreichten allmählich Bohnen- und Wallnussgrösse. Das Thier, welches dabei immer munter war, wurde 6 Monate nach der Impfung getödtet.

Bei der Sektion fand sich rechtsseitig eine bohnen- und wallnussgrosse Axillardrüse und eine bohnengrosse Leistendrüse, sämmtlich vereitert. Die Impfstelle war ohne Besonderheiten; von seiten der inneren Organe waren die Lungen ziemlich reichlich mit miliaren Tuberkelknötchen behaftet, Milz und Leber dagegen frei davon.

In Ausstrichpräparaten von Drüsen und Lungenknötchen fanden sich Tuberkelbazillen.

Die Resultate der Versuche lassen sich in folgenden Schlusssätzen zusammenfassen:

1. Ausser den Pestbazillen sind noch verschiedene andere pathogene Bakterien, wie der Erreger des Milzbrands, der Diphtherie, des Schweinerothlaufs, der Schweineseuche, der Geflügelcholera und des Rotzes, ferner der Streptococcus pyogenes, der Diplococcus lanceolatus Fränkel, der Staphylococcus pyogenes aureus, die Bazillen der Menschen- und Rindertuberkulose im Stande, von der rasirten Haut aus Thiere zu tödten.

2. Von den zur Gruppe der hämorrhagischen Septicaemieen gehörigen, von mir benutzten Bakterien tödteten allein die Pestbazillen Meerschweinchen bei der Impfung auf die rasirte Bauchhaut.

3. Der Krankheitsverlauf dauerte im Allgemeinen länger als bei subkutanen Impfungen, bei Tuberkulose etwa doppelt so lange. Dafür waren aber die Veränderungen an der Impfstelle unter Umständen sehr charakteristisch, wie bei Diphtherie und Rotz.

4. Der Weg, den die Bakterien von der Oberfläche nach der Tiefe der Haut einschlagen, ist bei den einzelnen Arten verschieden, manche, wie z. B. Milzbrand-, Schweinerothlaufbazillen und Staphylokokken bevorzugen die Haarbälge, andere hingegen wie die Diphteriebazillen dringen überhaupt nicht tief in die Haut ein, wieder andere wie Pest-, Rotzbazillen und Streptokokken benutzen vorzugsweise die Lymphwege, oder endlich die Schweineseuche-, Geflügelcholerabazillen und der Diplococcus lanceolatus Fränkel die Kapillaren und Blutgefässe.

Bibliographie.

1. Gaffky, R. Pfeiffer, Sticker und Dieudonné, Bericht über die Thätigkeit der zur Erforschung der Pest im Jahre 1897 nach Indien entsandten Kommission (Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte, Bd. 16).
2. Römer, Experimentelle Untersuchungen über Infektionen vom Conjunctivalsack aus. (Zeitschrift für Hygiene und Infektionskrankh. Bd. 22).
3. Mayer, Zur Kenntniss der Infektion vom Conjunktivalsacke aus. (Wiener medizin. Wochenschrift. No. 6–9, 1900).
4. Albrecht und Ghon, Ueber die Beulenpest in Bombay im Jahre 1897. Gesammtbericht der von der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien zum Studium der Beulenpest nach Indien entsandten Kommission. Theil II C. Wien 1900.
5. Kolle, Bericht über die Thätigkeit in der zu Studien über Pest eingerichteten Station des Instituts für Infektionskrankheiten. 1899. (Zeitschr. für Hygiene und Infektionskrankh. Bd. 36).
6. Kossel und Overbeck, Bakteriologische Untersuchungen über Pest. (Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamte, Bd. 18).

7. Garré, Zur Aetiologie akut eitriger Entzündungen. (Fortschritte der Medizin. Bd. III. 1885, p. 165).
8. Bockhart, Ueber die Aetiologie und Therapie der Impetigo, des Furunkels und der Sykosis. (Monatshefte f. prakt. Dermatologie von Unna. Hamburg 1887. No. 10).
9. Schimmelbusch, Ueber die Ursachen der Furunkel. (Archiv für Ohrenheilkunde. 1899. (27.) p. 252).
10. Roth, Ueber das Verhalten der Schleimhäute und der äusseren Haut in Bezug auf ihre Durchlässigkeit für Bakterien. (Zeitschr. für Hygiene und Infektionskrankh. Bd. 4).
11. Machnoff, Zur Frage über den Durchgang von Bakterien durch die Haut beim Einreiben. (Centralbl. für Bakteriologie. Bd. 7. p. 441. — Original Russisch).
12. Babes, Observations sur la morve. (Archives de médec. expériment. et d'anatom. path. 1891, No. 5).
13. Cornil, Sur la pénétration des bacilles de la morve à travers la peau intacte. (La Semaine médicale, 1890, No. 22).
14. Wasmuth, Ueber Durchgängigkeit der Haut für Mikroben. (Centralbl. für Bakteriologie, Bd. 12, p. 846).
15. Löffler, Untersuchungen über die Bedeutung der Mikroorganismen für die Entstehung der Diphtherie beim Menschen, bei der Taube und beim Kalbe. (Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamte. Bd. 2).
16. Neisser, Ein Fall von Hautdiphtherie. (Deutsche medizin. Wochenschr. 1891, p. 703).
17. Zaufal, Ein Beitrag zur Casuistik der echten Diphtherie der Haut. (Prager medizin. Wochenschr. 1895, No. 10).

Die biologische Methode Gosio's zum Nachweis des Arsens und die Bildung organischer Arsen-, Selen- und Tellurverbindungen durch Schimmelpilze und Bakterien.

Von

Dr. Albert Maassen,

technischem Hülfsarbeiter im Kaiserlichen Gesundheitsamte.

Von zahlreichen Forschern ist beobachtet worden, dass aus arsenikhaltigen, organischen Stoffen (Tapeten, Stärkekleister, Leichentheilen) flüchtige Arsenverbindungen entstehen können. L. Gmelin[1]) hat bereits im Jahre 1839 darauf hingewiesen, dass in der Luft von Wohnräumen, deren Wände mit arsenikhaltigen Tapeten bekleidet sind, gesundheitsschädigende, flüchtige Arsenverbindungen auftreten, die durch ihren eigenthümlichen, knoblauchartigen Geruch bemerkbar werden.

Eine befriedigende Erklärung dieser auffallenden Thatsache gaben erst die im Jahre 1892 von Gosio[2]) gemachten Befunde.

Gosio stellte fest, dass gewisse Schimmelpilze beim Wachsthum auf schwach arsenikhaltigem Nährboden befähigt sind, flüchtige Arsenverbindungen zu bilden, die sich durch einen starken knoblauchähnlichen Geruch auszeichnen.

Die Eigenschaft, Arsenverbindungen unter Bildung gasförmiger, charakteristisch riechender Produkte zu zersetzen, fand Gosio bei 7 Schimmelpilzarten (Aspergillus glaucus, Aspergillus virens, Cephalothecium rosaceum, Mucor mucedo, Mucor ramosus, Penicillium brevicaule und Sterigmatocystis ochracea).

Am ausgesprochensten zeigte sie das Penicillium brevicaule, ein Schimmelpilz, den Gosio aus der Luft (von einer der Luft ausgesetzt gewesenen Mohrrübenscheibe) isolirte, und der zuerst von Saccardo[3]) auf faulendem Papier gefunden worden war.

---

[1]) L. Gmelin, Warnung vor gewissen grünen Tapeten und Anstrichen, Carlsruher Zeitung, November 1839.

[2]) B. Gosio, Azione di alcune muffe sui composti fissi d'arsenico, Rivista d'igiene e sanità pubblica, 1892, p. 201. —

Derselbe, Action de quelques moisissures sur les composés fixes d'arsenic, Archives italiènnes de Biologie, Tome XVIII, 1893, pag. 253. —

Derselbe, Zur Frage, wodurch die Giftigkeit arsenikhaltiger Tapeten bewirkt wird, Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft, 29. Jahrgang, 1896, III, S. 2728.

[3]) Saccardo, Syllog. fungor., Bd. IV, pag. 84.

Wie Gosio ermittelte, gedeiht dieser Pilz, im Gegensatz zu den anderen „Arsenpilzen", selbst bei Gegenwart grösserer Mengen löslicher Arsenverbindungen und ist ausserdem im Stande, unlösliche Arsenverbindungen und sogar metallisches Arsen anzugreifen. Da ferner das Penicillium brevicaule die eigenartig riechende Verbindung auch dann erzeugte, wenn nur ganz geringe Mengen von Arsen zugegen waren, so kam Gosio auf den Gedanken, diesen Pilz zum Nachweis des Arsens zu benutzen, und zwar in der Weise, dass er Kartoffelscheiben oder Kartoffelbrei mit der auf Arsen zu untersuchenden Substanz zusammenbrachte und diesen Nährboden nach der Sterilisation mit Sporen von Penicillium brevicaule besäte. Bei Gegenwart von Arsenverbindungen mussten alsdann die bei 30—32° gewachsenen Kulturen schon innerhalb 24 Stunden den charakteristischen Knoblauchgeruch zeigen.

Diese Methode schien ihm besonders dann Vortheile zu bieten, wenn sehr viel organische Substanz neben wenig Arsen vorhanden ist, also in den Fällen, wo die schnelle und vollständige Zerstörung der organischen Substanz Schwierigkeiten bietet.

Die weiteren Versuche Gosio's[1]) bewiesen die Richtigkeit seiner Annahme. Sie zeigten, dass seine biologische Methode einer fast unbeschränkten Anwendbarkeit fähig ist, und dass sie an Feinheit der Reaktion die besten chemischen Methoden des Arsennachweises übertrifft. Nach Gosio ist man daher berechtigt, das Penicillium brevicaule als ein lebendes Reagens auf Arsen zu bezeichnen.

Seine Untersuchungsergebnisse wurden im vollen Umfange bestätigt durch die Arbeiten von Abba[2]), Sanger[3]), Morpurgo und Brunner[4]), Schmidt[5]), Baumert[6]), Bode[7]), Abel und Buttenberg[8]), Scholtz[9]) u. A.

---

[1]) B. Gosio, Sul riconoscimento dell'arsenico per mezzo di alcune muffe, Rivista d'igiene e sanità pubblica, 1892, pag. 201 und 261. —

Derselbe, Die Arsenikatur der Felle in Hinsicht auf die Prophylaxe gegen Bubonenpest, Hygienische Rundschau, 7. Jahrg., 1897, Nr. 24, S. 1217.

[2]) F. Abba, Riconoscimento dell'arsenico in una farina per mezzo del penicillium brevicaule, Rivista d'igiene e sanità pubblica 1893, pag. 831. —

Derselbe, Ueber die Feinheit der biologischen Methode beim Nachweis des Arseniks, Centralbl. für Bakteriologie u. s. w., Abth. II, 1898, Bd. IV, S. 806.

[3]) Ch. R. Sanger, On the formation of volatile compounds of arsenic from arsenical wall papers, Proceed. of the americ. acad. of arts and sc., 1894, vol. XXIX, pag. 112.

[4]) Morpurgo und Brunner, Ueber die Anwendung der mikrobiologischen Reaktion des Arsens in Theerfarbstoffen, Oesterr. Chemiker-Zeitung, 1898, Neue Folge, Bd. 1, S. 167.

[5]) Hans Robert Schmidt, Ueber verschimmelte Tapeten, Inaug.-Dissertation, Erlangen 1899.

[6]) Baumert, Ueber die Zersetzung von Arsenverbindungen durch Schimmelpilze und den mikrobiologischen Nachweis kleiner Mengen von Arsen, Zeitschrift für Naturwissenschaften, 1898, Bd. 71, S. 457.

[7]) Bode, Penicillium brevicaule, ein Pilz mit der Fähigkeit, kleinste Spuren von Arsenik anzuzeigen, Zeitschrift für Naturwissenschaften, 1898, Bd. 71, S. 460.

[8]) R. Abel, Vortrag in der Sitzung der biol. Abth. des Aerztl. Vereins zu Hamburg am 28. März 1899, Berliner klinische Wochenschrift, 1899, Nr. 20, S. 440. —

Rudolf Abel und Paul Buttenberg, Ueber die Einwirkung von Schimmelpilzen auf Arsen und seine Verbindungen. Der Nachweis von Arsen auf biologischem Wege, Zeitschrift für Hygiene und Infektionskrankheiten, 1899, Bd. 32, S. 449.

[9]) Scholtz, Ueber den Nachweis von Arsen auf biologischem Wege in den Hautschuppen, Haaren, Schweiss und Urin, Berliner klinische Wochenschrift, 1899, Nr. 42, S. 913.

Die Nachprüfung der Gosio'schen Untersuchungen.

In besonders eingehender Weise studirten Abel und Buttenberg[1]) das Gosio'sche Verfahren.

Der Nachweis des Arsens gelang ihnen in den verschiedenartigsten Materialien, so z. B. in Chemikalien, in Theerfarbstoffen, in Schrotkörnern, in Rohhäuten, bunten Papierstoffen, Tapeten, Wandtafelkreiden, Erde, Holz, in Nahrungs- und Genussmitteln, die aus einem gestrandeten Schiffe stammten (unter dessen Ladung Fässer mit Arsenik waren), in Mineralwässern, in den Organen mit arseniger Säure vergifteter Thiere, im Magen und Darminhalt, in den Faeces, ferner im Urin, Harn und in den Haaren von Menschen, die arsenhaltige Arzneien eingenommen hatten.

Das Verfahren gab sowohl bei starkem, als auch bei äusserst geringem Arsengehalt der Materialien stets deutliche Reaktion.

Das Penicillium brevicaule gelangte noch zum Wachsthum und zeigte Arsen an, wenn in 300—400 g des Nährbodens 1 g arsenige Säure enthalten war. Metallisches Arsen oder die in Wasser unlöslichen oder schwer löslichen Arsenverbindungen wie Realgar, Auripigment, Scheele'sches und Schweinfurter Grün konnten in unbegrenzten Mengen in der zu untersuchenden Substanz vorhanden sein, ohne dass dadurch das Pilzwachsthum beeinträchtigt wurde. Am wenigsten reaktionsfähig erwies sich das metallische Arsen; es war in Mengen bis zu 0,0001 g erkennbar, wohingegen die genannten Arsenverbindungen bis zu 0,00001 g hinab und die arsenige Säure häufig sogar noch bis zu 0,000001 g nachweisbar blieben.

Nach alledem kamen die beiden Untersucher zu dem Ergebniss, dass die biologische Methode in Folge ihrer fast universellen Anwendbarkeit, bequemen und schnellen Ausführbarkeit, ihrer ausserordentlichen Empfindlichkeit und ihrer Spezifität dem Arzte und Chemiker für die verschiedensten Zwecke empfehlenswerth erscheint, und dass sie sogar bei gerichtlichen Untersuchungen, wenn auch nur als Vorprüfung, gute Dienste leisten kann.

Auch im Gesundheitsamte wurden die Gosio'schen Untersuchungen einer Nachprüfung unterzogen.

Schon vor mehreren Jahren war ich der Frage näher getreten, ob Mikroorganismen Arsenverbindungen zu zersetzen vermögen. Ich hatte damals zunächst eine grössere Zahl Bakterienarten darauf hin untersucht, und dabei gefunden, dass bei Anwesenheit von arseniger Säure oder Arsensäure im Nährboden eine Zersetzung des Arsens unter Geruchsbildung, selbst bei kräftigem Wachsthum der Bakterien, nicht eintrat. Unter den Schimmelpilzen, die ich gleichzeitig zu den Versuchen heranzog, waren verschiedene Aspergillus- und Mucorarten, welche beim Wachsthum auf arsenhaltigem Brotteig schwache, knoblauchartige Gerüche erzeugten. Die geringe Leistungsfähigkeit dieser Mikroorganismen machte sie jedoch zu einer Nachprüfung der Gosio'schen Versuche wenig geeignet. Es war mir daher von Werth, eine

---

[1]) Bei Abel und Buttenberg findet sich auch, worauf hier noch besonders hingewiesen werden soll, eine ausführliche Zusammenstellung der älteren und neueren Litteratur über die Frage der Arsenzersetzung durch Schimmelpilze.

Schimmelpilzart kennen zu lernen, die die Fähigkeit, feste Arsenverbindungen in flüchtige umzuwandeln, in hohem Maasse besitzt. Ich traf das Mycel dieses Schimmelpilzes mehrere Male auf Watte an, die zum Verschluss von Bakterienkulturgefässen gedient hatte. Ausserdem konnte ich den Pilz später auch wiederholt aus der Luft des Laboratoriums isoliren. Die Identität mit dem Penicillium brevicaule[1]) liess sich durch Vergleich der Kulturen mit Leichtigkeit erbringen.

Die zu verschiedenen Zeiten isolirten Stämme zeigten in der Schnelligkeit und Ueppigkeit der Sporenbildung Verschiedenheiten untereinander, in Bezug auf Arsenzersetzung leisteten sie das Gleiche.

Die Anforderungen, die das Penicillium brevicaule an den Nährboden stellt, sind, wie auch Abel und Buttenberg betonen, sehr gering. Auf jedem Substrat, auf dem der Pilz zur Entwicklung gelangt, vermag er auch Arsenverbindungen zu zersetzen. Seine Fähigkeit, feste Arsenverbindungen in flüchtige überzuführen, hängt demnach nicht von der Zusammensetzung des Nährbodens ab und ist vor Allem nicht, wie Gosio annimmt, an die Anwesenheit bestimmter Kohlenstoffverbindungen (Kohlenhydrate) gebunden. Die zur Entwicklung günstigste Temperatur fand ich zwischen 28 und 32°; bei niederen Temperaturen (18°) verlangsamte sich das Wachsthum und bei höheren Temperaturen (37,5°) war die Entwicklung nicht so kräftig.

Als besonders zweckmässiger Kulturboden für den Pilz erwies sich bei meinen Versuchen der von Abel und Buttenberg empfohlene Nährboden aus gekrümeltem Weizenbrot.

Auf diesem Nährboden gelangte der Pilz auch bei verhältnissmässig hohem Arsenzusatz schnell zur Entwicklung, so dass meist schon nach 48 Stunden ein kräftiger Pilzrasen zu sehen war.

Der Arsennachweis liess sich darauf, wie auch Abel und Buttenberg gefunden haben, häufig bereits nach 24 Stunden, immer jedoch nach 2—3 Tagen erbringen.

Der charakteristische Geruch war dabei auch in schwach arsenhaltigen Kulturen noch nach mehreren Monaten deutlich wahrnehmbar. Bemerkenswerth ist, dass sich die Arsenzersetzung beim Penicillium brevicaule innerhalb kurzer Zeit einstellte, sobald lebendes Mycel mit Arsenverbindungen in Berührung kam. Kräftig gewachsene Kulturen vom Penicillium brevicaule zeigten daher, wenn ihnen nachträglich Arsenverbindungen zugesetzt wurden, schon nach 3—4 Stunden deutliche Geruchsbildung, ja, selbst Monate alte Kulturen bewirkten unter diesen Umständen noch eine kräftige Arsenzersetzung innerhalb weniger Stunden.

Man kann demnach, sofern man geeignete Kulturen vom Penicillium brevicaule zur Verfügung hat, schon innerhalb einiger Stunden den Nachweis erbringen, ob in einer Substanz Arsen ist oder nicht. Von dieser Eigenschaft der Penicillium brevicaule-Kulturen haben Morpurgo und Brunner[2]) Gebrauch gemacht.

---

[1]) Eine Kultur vom Penicillium brevicaule erhielt ich von Herrn Physikus Dr. Abel in Hamburg; für die bereitwillige Ueberlassung derselben spreche ich auch an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank aus.

[2]) A. a. O.

In Bezug auf Schnelligkeit und Bequemlichkeit des Nachweises lässt mithin die biologische Methode nichts zu wünschen übrig. Auch die Feinheit der Reaktion ist eine ausserordentliche. In dieser Hinsicht habe ich den Ausführungen Gosio's, Abel's und Buttenberg's u. A. nichts hinzuzufügen. Nur in Betreff der Spezifität der Reaktion bin ich zu anderen Ergebnissen gekommen.

Die Frage von der Spezifität der Reaktion.

Gosio, Abba, Abel und Buttenberg haben zur Entscheidung der Frage, ob das Penicillium brevicaule auch mit anderen chemischen Körpern knoblauchartig riechende Gase bildet, zahlreiche Chemikalien mit dem Pilz zusammengebracht und die Kulturen darauf hin untersucht. Sie konnten jedoch bei diesen Untersuchungen in keinem Falle die Bildung des lauchartigen Geruches wahrnehmen.

Der Pilz giebt bei Gegenwart der von den genannten Forschern untersuchten Körper in der That nicht die für das Arsen charakteristische Geruchsbildung. Sogar den Verbindungen des dem Arsen so nahe verwandten Antimons gegenüber verhält er sich vollkommen reaktionslos. Dahingegen ist er im Stande, die Verbindungen zweier Elemente, die, wenn auch weniger in chemischer, so doch in physiologischer Beziehung grosse Uebereinstimmung mit dem Arsen zeigen, in ähnlicher Weise, wie dieses, auzugreifen.

Das Penicillium brevicaule besitzt in hervorragendem Maasse die Fähigkeit, die festen Verbindungen des Selens und des Tellurs in flüchtige, eigenartig riechende Körper überzuführen.

Der Geruch in den selenhaltigen Kulturen des Pilzes ist anders, wie der in den arsenhaltigen und ist nicht so leicht mit diesem zu verwechseln; er ist merkaptanähnlich. Der Geruch der tellurhaltigen Kulturen unterscheidet sich jedoch in keiner Weise von dem der arsenhaltigen; er ist ausgeprägt knoblauchartig.

Im Gegensatz zum Arsen werden beim Selen und Tellur die unlöslichen Verbindungen (Schwefelselen und Schwefeltellur) sowie die freien Elemente nicht oder doch nur in geringem Maasse und erst nach längerer Zeit angegriffen. Der Pilz bildet in ausgesprochener Weise die charakteristisch riechenden, flüchtigen Körper nur in Gegenwart von löslichen Selen- oder Tellurverbindungen.

Das eigenthümliche Verhalten der Selen- und Tellurverbindungen in der Wärme gegenüber organischen Substanzen, nämlich ihre leichte Reduzirbarkeit bis zum freien Element bedingt, dass der Zusatz dieser Verbindungen zum Nährboden vor der Sterilisation die Empfindlichkeit der durch den Pilz ausgelösten Reaktion bedeutend herabdrückt. Die grössten Ausschläge erhält man daher, wenn die sterilisirten wässrigen Lösungen der Selen- oder Tellurverbindungen dem Nährboden nach seiner Sterilisation zugesetzt, oder noch besser, wenn die Lösungen den frisch entwickelten Pilzkulturen hinzugefügt werden. Die Geruchsbildung macht sich unter diesen Umständen schon nach wenigen Stunden deutlich bemerkbar.

In Bezug auf Bildung riechender Produkte sind die Selen- und Tellurverbindungen

mit dem Pilz weniger reaktionsfähig als die Arsenverbindungen. Diese Verbindungen können daher auch nicht, wie die Arsenverbindungen, ohne Schaden für die Empfindlichkeit der Reaktion sowohl in sehr hohen, als auch in sehr kleinen Mengen dem Nährboden hinzugegeben werden.

Der Zusatz grösserer Mengen ist deshalb störend, weil die Selen- und Tellurverbindungen, namentlich die Salze der selenigen Säure und der tellurigen Säure, so stark entwicklungshemmend und giftig sind, dass sie schon in Mengen von 0,1 g an (auf 50 g Nährmaterial) das Pilzwachsthum erheblich schädigen oder sogar vollkommen unterdrücken können. Sehr kleine Mengen (unter 0,001 g tellurig- oder selenigsaures Natron) hingegen reagiren mit dem Pilz nicht mehr unter deutlicher Geruchsbildung. Hieraus ergiebt sich, dass die Entwicklung der riechenden Produkte am kräftigsten eintritt, wenn man die tellurig- und selenigsauren Salze in Mengen nicht unter 0,005 g und nicht über 0,1 g auf 50 g Nährmaterial den Pilzkulturen hinzufügt. Derartige Kulturen lassen, gerade so wie die arsenhaltigen, noch monatelang die Geruchsbildung erkennen.

Die Fähigkeit, lösliche Selen- oder Tellurverbindungen unter Bildung flüchtiger, eigenartig riechender Körper anzugreifen, ist für das Penicillium brevicaule nicht spezifisch. Auch andere Schimmelpilzarten, und zwar auch solche die Arsenverbindungen nicht angreifen, besitzen das gleiche Vermögen.

Eine grössere Anzahl der verschiedenartigsten Schimmelpilze, aus der Luft und von faulen Früchten isolirt, wurde unter den gleichen Bedingungen auf selen- oder tellurhaltigem Nährboden zum Wachsthum gebracht. Sämmtliche untersuchte Schimmelpilzarten verhielten sich dem Selen und dem Tellur gegenüber wie das Penicillium brevicaule.

Aber nicht nur die Schimmelpilze, sondern auch die Bakterien sind im Stande unter geeigneten Bedingungen feste lösliche Verbindungen des Selens und des Tellurs in flüchtige, eigenartig riechende Körper überzuführen.

Die Bakterien besitzen diese Fähigkeit jedoch in beschränkterem Maasse; sie bilden die flüchtigen Körper nur bei Gegenwart der Salze der selenigen und tellurigen Säure und immer erst dann, wenn sie kräftiges Oberflächenwachsthum zeigen.

So war z. B. dies Vermögen deutlich vorhanden bei: Bac. acidi lactici Hueppe; Bac. capsulatus Pfeifferi; Bac. cuniculicida Eberth, Mandry; Bac. diphtheriae columbarum; Bac. enteritidis Gärtneri; Bac. aus frischem Hackfleisch; Bac. miniaceus; Bac. mustelae septicus; Bac. pestis astaci Hofer; Bac. praepollens; Bac. proteus mirabilis; Bac. proteus vulgaris; Bac. psittacosis; Bac. ruber-purpureus; Bac. suipestifer; Bac. typhi abdominalis; Bac. typhi murium; Bact. coli commune; Bact. lactis aërogenes.

Am auffallendsten trat bei den Bakterien der charakteristische Geruch hervor, wenn man in Kolle'sche Schalen angelegte 18 bis 20stündige Agarkulturen benutzte. Diese Kulturen zeigten, wenn die Agaroberflächen zum Theil mit einer sterilen Auflösung von (0,005 g in 0,2 bis 0,5 ccm Wasser) tellurigsaurem oder selenig-

saurem Natron, der nachträglich noch das gleiche Volumen Nährbouillon zugefügt war, befeuchtet und die Gefässe mit Gummikappen verschlossen wurden, schon nach 12 bis 24stündigem Aufenthalt im Brutschrank bei 30—35° kräftige Geruchsbildung.

Dem Geruche nach zu urtheilen, waren die bei Gegenwart von Selen- oder Tellurverbindungen durch die verschiedenen Mikroorganismen gebildeten flüchtigen selen- oder tellurhaltigen Produkte die gleichen. Die Untersuchungen zur Ermittlung der chemischen Zusammensetzung der aus Arsen-, Selen- oder Tellurverbindungen von den Pilzen und Bakterien gebildeten flüchtigen Körper ergaben in der That die Richtigkeit dieser Vermuthung.

Die Zusammensetzung der riechenden Gase bei Gegenwart von Arsen, Selen und Tellur.

Ueber die Natur, die chemische Konstitution, der bei Gegenwart von Arsen und organischen Substanzen entstehenden flüchtigen, eigenartig riechenden Körper war man lange Zeit im Unklaren. L. Gmelin[1]) äusserte sich im Jahre 1844 hierüber wörtlich wie folgt: „In welcher Verbindung das Arsen sich hierbei verflüchtet, hierüber lassen sich nur Vermuthungen mittheilen. Arsenwasserstoff kann es nicht sein, denn dieser hat einen viel schwächeren Geruch und viel heftigere, tödtliche Wirkung. Viel wahrscheinlicher ist es, dass dieser Geruch von einer organischen Verbindung des Arsens herrührt. Es sind in neuerer Zeit mehrere dieser Art durch Bunsen hergestellt worden, z. B. das Alkarsin, welches bei der Destillation von arseniker Säure mit essigsaurem Kali gebildet wird, und welches bei sehr heftigem Geruch, nur eine schwach giftige Wirkung hat. Eine ähnliche Verbindung scheint auch bei Faulen des Papiers und des Kleisters in Berührung mit arseniksaurem Kupferoxyd, und besonders mit demjenigen, welches Essigsäure enthält, zu entstehen."

Die Untersucher nach ihm sind zum Theil anderer Meinung.

Auf Grund der angeblich vollkommenen Absorbirbarkeit des knoblauchartig riechenden Gases durch alkalische Silbernitratlösung hielt sich Fleck[2]) (1872) zu der Annahme berechtigt, dass es sich hier ausschliesslich um reinen Arsenwasserstoff handle. Zu der gleichen Ueberzeugung gelangten später auch andere Forscher, namentlich Selmi[3]) hat diese Anschauung vertreten. Demgegenüber behauptete Hamberg[4]), der zuerst[5]) auch die Entwicklung von Arsenwasserstoff angenommen hatte, dass die

[1]) L. Gmelin, Die Nachtheile der grünen Tapeten für die Gesundheit betreffend, Gutachten erstattet der Grossherzoglich badischen Regierung des Mittelrheinkreises, Heidelberg, den 20 Juni 1844; abgedruckt in den Annalen der Staats-Arzneikunde, 1845, 10. Jahrg., 3. Heft, S. 412.

[2]) H. Fleck, Ueber den Arsengehalt der Zimmerluft, Zeitschrift für Biologie, 1872, Bd. 8, S. 444.

[3]) Selmi, Nuovo processo generale per la ricerca delle sostanze venefiche, und Osservazioni sullo sviluppo d'idrogene delle muffe, Bologna 1875; vgl. das Referat in den Berichten der deutschen chem. Gesellschaft, 1874, Bd. 7, S. 1642.

[4]) N. P. Hamberg, Veränderung der arsenigen Säure in Berührung mit faulenden animalischen Stoffen, Pharmaceutische Zeitschrift für Russland, 25. Jahrg., 1886, S. 779 und 796.

[5]) N. P. Hamberg, Chemische Untersuchungen der Luft in Wohnzimmern mit arsenikhaltigen Tapeten, Archiv der Pharmacie, 1875, Bd. CCVI, 54. Jahrg., S. 233.

arsenhaltigen Gase nur zum kleineren Theil durch Silbernitratlösung absorbirt würden, und dass es demnach nicht zu entscheiden wäre, ob Kakodyloxyd, Arsenwasserstoff oder andere arsenhaltige Gase in Frage kämen. Gosio sowie Abel und Buttenberg endlich kamen durch ihre Versuche mit Silbernitrat zu dem Ergebnise, dass die vom Penicillium brevicaule erzeugten Arsengase zum grössten Theil organischer Natur sind und wahrscheinlich der Gruppe der Arsine angehören.

Die beweiskräftige experimentelle Begründung fehlte allen diesen Behauptungen. Erst vor Kurzem (1900) gelang es Biginelli[1]) in einwandsfreier Weise die chemische Konstitution der flüchtigen arsenhaltigen Verbindung klar zu legen. Biginelli fand. dass die vom Penicillium brevicaule aus Arsen gebildeten Gase durch Quecksilberchloridlösung vollständig absorbirt werden. Die von ihm benutzte Quecksilberchloridlösung enthielt auf 80 Theile Wasser 2 Theile Salzsäure und 10 Theile Quecksilberchlorid.

Beim Durchleiten der Pilzgase schieden sich aus dieser Lösung allmählich Krystalle ab, die eine Verbindung des arsenhaltigen flüchtigen Körpers mit Quecksilberchlorid darstellten. Diese Doppelverbindung bestand aus farblosen, triklinisch-holoëdrischen Krystallen, die bei 255—256° unter Zersetzung schmolzen. Die chemische Analyse ergab, dass die Quecksilberchloridverbindung eines Diaethylarsins vorlag von der Formel:

$$As \begin{matrix} \diagup H \\ \diagdown (C_2H_5)_2 \end{matrix} + 2\ Hg\ Cl_2$$

oder vielmehr

$$[As\ H\ (C_2H_5)_2 + 2\ Hg\ Cl_2]_2.$$

Ich habe die Versuche Biginelli's wiederholt und kann seine Angaben bestätigen.

Die Quecksilberchloridverbindung des Tetraaethyldiarsoniums ist äusserst leicht zersetzlich. Schon beim längeren Liegen an feuchter Luft oder bei schwachem Erwärmen zersetzt sie sich langsam unter Bildung eines knoblauchartigen Geruches. Die Zersetzung geht weiter und der Geruch wird stärker, wenn man die Krystalle mit Wasser erwärmt oder mit Natronlauge zusammenbringt. Die Produkte dieser Zersetzung wurden von Biginelli[2]) untersucht und näher charakterisirt. Er ermittelte ferner, dass die wässrige Lösung des salpetersauren Quecksilberoxyds das vom Penicillium brevicaule gebildete Diaethylarsin gleichfalls absorbirt. Hierbei wird das Mercurinitrat zu Mercuronitrat reduzirt und es entsteht eine Verbindung des Arsins mit Mercuronitrat, die als unlösliches, gelbes, amorphes Pulver ausfällt. Diese Doppelverbindung von der Formel:

$$As \begin{matrix} \diagup H \\ \diagdown (C_2H_5)_2 \end{matrix} + 2\ Hg\ NO_3$$

---

[1]) P. Biginelli, Zusammensetzung und chemische Konstitution des arsenikhaltigen Gases der Tapeten. (I. Mittheilung), Atti R. Accad. dei Lincei Roma [5] 9. II. pag. 210 (Rom. Labor. chimico della Sanità pubblica) und Gaz. chim. ital., 31, I, pag. 58; refer. Chem. Centralblatt, 1900, II, (71. Jahrg.) S. 1067.

[2]) P. Biginelli, Zusammensetzung und chemische Konstitution des arsenikhaltigen Gases der Tapeten. (II. Mittheilung), Atti R. Accad. dei Lincei Roma [5] 9. II. pag. 242; referirt Chem. Centralbl, 1900, II, S. 1100.

ist beständig, sie ist unschmelzbar und wird durch siedendes Wasser nicht zersetzt. Verbindungen des Arsins mit anderen Metallsalzen durch Einleiten der Pilzgase in die konzentrirten wässrigen Lösungen der Salze (z. B. Cadmiumchlorid, Cadmiumjodid, Platinchlorid) konnte ich nicht erhalten. Die Festlegung des Arsins aus den Pilzkulturen scheint demnach nur durch Quecksilbersalze möglich zu sein.

Der Gedanke lag nahe, auch bei der Untersuchung der in Gegenwart von Selen- oder Tellurverbindungen durch die Mikroorganismen gebildeten flüchtigen Produkte die Quecksilberchloridlösung als Absorptionsflüssigkeit zu benutzen.

Die Versuche wurden in derselben Art wie beim Arsen angestellt. Es zeigte sich dabei, dass die riechenden Gase durch Quecksilberchlorid gebunden wurden. Nach längerem Durchleiten schieden sich aus der Quecksilberchloridlösung feine Krystallnadeln ab, die neben Quecksilber Selen oder Tellur enthielten. Diese Krystalle zersetzten sich sehr leicht unter Entwicklung des bestimmten charakteristischen Geruchs. Trotz mehrtägigem Durchleiten der Gase war die gewonnene Menge der Krystalle nur gering; von einer Analyse der Quecksilberverbindung habe ich daher zunächst Abstand genommen und die Zusammensetzung der riechenden Gase auf anderem Wege aufzuklären versucht.

Die Methylsynthese der thierischen Zelle und die Aethylsynthese der Mikroorganismenzelle.

Wie schon lange bekannt, hat der thierische Organismus in ausgesprochener Weise die Fähigkeit, Selen- oder Tellurverbindungen in flüchtige, riechende Körper umzuwandeln.

Diese Eigenschaft des thierischen Körpers ist vorwiegend an Thieren, denen Tellurverbindungen einverleibt wurden, studirt worden. Chr. Gmelin[1]) machte zuerst (1824) an Hunden und Kaninchen Versuche mit telluriger Säure. Er fand, dass die damit vergifteten Thiere bei der Eröffnung der Leibeshöhle einen knoblauchartigen Geruch der Organe zeigten. Auf Veranlassung von Wöhler untersuchte dann im Jahre 1853 Hansen[2]) die Wirkung des Tellurs auf den thierischen Organismus. Wöhler hatte bei seinen Untersuchungen über organische Tellurverbindungen die auffallende Wahrnehmung gemacht, dass sein Athem wochenlang und zeitweise auch sein Schweiss stark nach Knoblauch roch.

Hansen beobachtete, dass nach dem Einbringen von tellurigsauren Salzen in den Magen von Hunden der Athem dieser Thiere einen unangenehmen knoblauchartigen Geruch annahm, der an den Geruch des von Wöhler dargestellten Telluraethyls erinnerte. Auch an sich selbst konnte Hansen nach dem Einnehmen von tellurigsaurem Kali feststellen, dass die Wirkung dieses Salzes sich am auffallendsten in dem starken knoblauchartigen Geruch, den der Athem annahm, offenbarte. Der Geruch trat schon in den ersten Minuten nach dem Einnehmen des Salzes auf und

[1]) Chr. Gmelin, Versuche über die Wirkungen des Baryts, Strontians u. s w., Tübingen, 1824, S. 43.

[2]) K. Hansen, Versuche über die Wirkung des Tellurs auf den lebenden Organismus, Annalen der Chemie und Pharmacie, 1853, Bd. LXXXVI, S. 208.

hielt wochenlang an. Hansen war der Meinung, dass dieser Geruch von einer flüchtigen, dem Telluraethyl ähnlichen organischen Verbindung des Tellurs herrühre. Die gleichen Ergebnisse beim Studium der physiologischen Wirkung der Tellurverbindungen erhielten auch andere Forscher. (Czapek und Weil[1]), Hofmeister[2]), Beyer[3]), Mead und Gies[4]).)

Die Zusammensetzung der im thierischen Organismus nach Einverleibung von Tellur- oder Selenverbindungen entstehenden flüchtigen, riechenden Körper wurde von Hofmeister festgestellt.

Er wies nach, dass der flüchtige Stoff, welcher der Exhalation von Menschen und Thieren nach Telluraufnahme den spezifischen widrigen Geruch verleiht, Tellurmethyl ist. Ferner erkannte er, dass die mit selenigsaurem Natron vergifteten Thiere, die, wie schon Rabuteau[5]), Czapek und Weil[6]) mitgetheilt haben, gleichfalls einen eigenthümlichen, manchmal sehr starken Geruch der Ausathmungsluft zeigen, nicht, wie Rabuteau annimmt, Selenwasserstoff sondern Selenmethyl ausathmen. Bemerkenswerth ist, dass Hofmeister die Tellurmethylbildung nicht nur bei Warmblütern sondern auch bei Kaltblütern (Frosch, Karpfen) und bei wirbellosen Thieren (Krebs, Regenwurm) beobachtete.

Im Pflanzenkörper ist bisher eine derartige Bildung nicht wahrgenommen worden. Bei höheren Pflanzen scheint diese Synthese nicht einzutreten, wenigstens ist es mir bis jetzt noch nicht gelungen sie nachzuweisen.

Der Körper der Mikroorganismen reagirt jedoch den Selen- und Tellurverbindungen gegenüber in ähnlicher Weise wie der thierische Organismus.

Zum Vergleich der im Thierkörper und im Körper der Mikroorganismen aus Selen und Tellur gebildeten riechenden Produkte wurden von mir mit selenigsaurem und tellurigsaurem Alkali Versuche an Thieren (Meerschweinchen, Kaninchen, Katzen) angestellt.

Die bei Tellur- und Selenthieren sowie bei Tellurpilzen auftretenden Gerüche sind ähnlich und voneinander schwer zu unterscheiden, dagegen ist der Geruch der Selenpilze ein anderer, so dass die Verschiedenheit der hier entstehenden flüchtigen Selenverbindung von der bei Thieren gebildeten schon aus dem Geruche hervorgeht. Das von Hofmeister zuerst angewandte Verfahren zur chemischen Kennzeichnung der riechenden Tellurverbindung im Athem der Thiere ermöglichte mir, den sicheren

---

[1]) Friedrich Czapek und Josef Weil, Ueber die Wirkung des Selens und Tellurs auf den thierischen Organismus, Archiv für experimentelle Pathologie und Pharmakologie, 1893, Bd. 32, S. 438.

[2]) Franz Hofmeister, Ueber Methylirung im Thierkörper, Archiv für experimentelle Pathologie und Pharmakologie, 1894, Bd. 33, S. 198.

[3]) I. L. Beyer, Durch welchen Bestandtheil der lebendigen Zellen wird die Tellursäure reduzirt? Archiv für Physiologie von Du Bois-Reymond, 1895, S. 225.

[4]) L. D. Mead and William J. Gies, Physiological and toxicological effects of tellurium compounds, with a special study of their influence on nutrition, The American Journal of Physiology, 1901, Vol. V, No. II, pag. 104.

[5]) Rabuteau, Recherches sur les propriétés et sur l'élimination des composés oxygènes du Sélénium et du Tellure, Gazette hebdomadaire, 1869, Vol. XVI, pag. 241.

[6]) A. a. O.

Nachweis zu erbringen von der Verschiedenheit der bei Thieren und Mikroorganismen erzeugten flüchtigen Selen- und Tellurverbindungen.

Die Athemluft der Versuchsthiere und die selen- und tellurhaltigen Pilzgase wurden von mir durch Jodjodkaliumlösung geleitet, die eine geringe Menge überschüssiges, pulverförmiges Jod enthielt. Nach 24 bis 48stündigem Durchleiten der Gase konnten in der Regel in der Jodjodkaliumlösung Tellur und Selen nachgewiesen werden. Ferner liess sich feststellen, dass beim Durchleiten der Thiergase die Methylgruppe, beim Durchleiten der Pilzgase die Aethylgruppe abgespalten und als Jodmethyl und Jodaethyl in der Lösung festgelegt worden war.

Bei meinen Thierversuchen gaben die alkalisch gemachten Jodlösungen auf Zusatz von Schwefelnatriumkrystallen schon in der Kälte, kräftiger noch in der Wärme den charakteristischen Geruch des Schwefelmethyls, während bei den Pilzversuchen die in gleicher Weise behandelten Jodlösungen deutlich den nicht zu verkennenden Geruch des Schwefelaethyls zeigten[1]).

Im Körper der Mikroorganismen werden demnach Selen und Tellur nicht wie im Thierorganismus methylirt, sondern aethylirt, mit anderen Worten: Die Mikroorganismen wandeln die festen, löslichen Verbindungen des Selens und Tellurs in die leicht flüchtigen Aethylverbindungen um und bewirken also unter diesen Umständen eine Aethylsynthese.

Ueber die Bedingungen und die Natur des Methylirungs- und Aethylirungsvorganges.

Mit der Bildung des Methyl- und Aethyltellurids aus telluriger Säure und Tellursäure, des Methyl- und Aethylselenids aus seleniger Säure und Selensäure ist im Körper der Thiere und Mikroorganismen die Reduktion dieser Säuren bis zum freien Element verknüpft. Dieser mit der Abscheidung von freiem Selen oder Tellur einhergehende Reduktionsvorgang ist im Thierkörper schon von Chr. Gmelin[2]), bei Mikroorganismen (Mischkulturen) zuerst von Chabrié und Lapicque[3]) beobachtet worden. An Reinkulturen von Bakterien haben später Scheurlen[4]) und Klett[5]) die gleiche Wahrnehmung gemacht.

Im Gegensatz zu den Ergebnissen bei den Thierversuchen wurden jedoch bei den Versuchen mit Mikroorganismen die gleichzeitig mit der Reduktion einsetzende Entwicklung der flüchtigen, riechenden Tellur- und Selenverbindungen von den genannten Forschern nicht festgestellt.

Ferner finden sich in der älteren Litteratur über die Verflüchtigung des Arsens

[1]) Im Anschlusse hieran möchte ich erwähnen, dass das von den Arsenpilzen gebildete Diaethylarsin beim Durchleiten durch Jodjodkaliumlösung nicht in der entsprechenden Weise zersetzt wird.

[2]) A. a. O.

[3]) C Chabrié et L. Lapicque, Sur l'action physiologique de l'acide sélénieux, Comptes rendus, 1890, Tome 110, pag. 152.

[4]) Scheurlen, Die Verwendung der tellurigen Säure in der Bakteriologie, Zeitschrift für Hygiene und Infektionskr., 1900, Bd. 33, S. 135.

[5]) Ad. Klett, Zur Kenntniss der reduzirenden Eigenschaften der Bakterien, Zeitschrift für Hygiene und Infektionskr., 1900, Bd. 33, S. 137.

in Leichen und in faulendem Stärkekleister mehrfach Angaben[1]), nach denen auch bei der Bildung der riechenden Arsengase, also des Diaethylarsins, eine Reduktion der arsenigen Säure bis zum metallischen Arsen eintreten soll. In den Reinkulturen der Arsenpilze konnte ich indessen diesen Reduktionsprozess bisher nicht nachweisen.

Die Bildung der Methyl- und Aethylverbindungen und die Reduktion der Selen- oder Tellurverbindungen im Körper der Thiere und Mikroorganismen sind zwei Vorgänge, die zu einander in gewisser Beziehung stehen; jedoch sind diese Beziehungen nicht derart, dass mit der Zunahme der unter Abscheidung von Selen oder Tellur einhergehenden Reduktion auch eine Steigerung in der Methyl- und Aethylanlagerung verbunden ist.

Hofmeister, der bei seinen Thierversuchen den Ort der Methylsynthese im Körper und die Natur des Methylirungsvorgangs aufzuklären versuchte, hat dabei auch die Bedingungen der Tellurmethylbildung und der Reduktion sowie die Beziehungen beider Vorgänge zu einander näher studirt. Er fand, dass die einzelnen Organe des Thierkörpers in verschiedenem Maasse an der Methylirung und an der Reduktion betheiligt sind, und dass das Vermögen der Methylsynthese und der Reduktion den Organen sogar nach der Entfernung aus dem lebenden Körper eine geraume Zeit erhalten bleibt. Die frischen, dem Körper eben entnommenen, lebenswarmen Organe gaben mit tellurigsaurem Natron zusammengebracht den charakteristischen Knoblauchgeruch. Die Anlagerung der Methylgruppe vollzog sich am leichtesten in bestimmten drüsigen Organen, namentlich in den Lungen und in den Hoden. Die Reduktion unter Abscheidung des freien Elements zeigte sich am kräftigsten in den Organen, die an der Methylsynthese am wenigsten betheiligt waren (Leber und Nieren). Ferner ergab sich, dass die kräftig methylabspaltenden Organe durch äussere Einflüsse (Erhöhung der Temperatur 10 Minuten lang auf 50° oder 5 Minuten lang auf 55°, Einwirkung von Wasser oder Kochsalzlösung) ihr Methylirungsvermögen verloren, ohne dabei das Reduktionsvermögens einzubüssen.

Hofmeister kommt daher zu dem Ergebniss, dass die Intensität der Reduktion in keiner unmittelbaren Beziehung zur Menge des gebildeten Tellurmethyls steht. „Wenngleich auch die Bildung des Tellurmethyls die Reduktion voraussetzt, so ist sie doch nicht von der Abscheidung des Tellurs als solchen abhängig. Reduktion und Synthese haben ihre gesonderten Bedingungen. Ueberwiegt der Reduktionsvorgang, so kommt es zur Aufspeicherung des Tellurs bei geringer Tellurmethylbildung, überwiegt die Synthese, so bleibt die Tellurmethylbildung zurück."

Die gleichen Beziehungen zwischen Reduktion und Synthese konnte ich auch bei den Mikroorganismen nachweisen.

Die Mikroorganismen erzeugen Telluraethyl und Selenaethyl am kräftigsten, wenn die Reduktion langsam und in beschränktem Maasse vor sich geht. Bei ihnen kann die Abscheidung des Selens oder Tellurs so in den Vorder-

---

[1]) G. Jäger, Einige Bemerkungan über die fäulnisswidrige Wirkung des Arseniks in medizinisch-gerichtlicher Beziehung, Henke's Zeitschrift für die Staatsarzneikunde, 1830, Bd. 20, S. 73 und ferner H. Fleck, Ueber den Arsengehalt der Zimmerluft, Zeitschrift für Biologie, 1872, Bd. 8, S. 454.

grund treten, dass die Bildung der Aethylverbindungen vollkommen unterdrückt wird. Am deutlichsten macht sich dies bemerkbar, wenn die Kulturen bei mangelndem Luftzutritt oder bei Luftabschluss gehalten, oder wenn sie in Nährflüssigkeiten, z. B. in Bouillon angelegt werden. Auch die Arsenpilze erleiden bei Sauerstoffabschluss und in Flüssigkeiten eine Störung in der Bildung des Arsins. Während jedoch bei ihnen innerhalb der Nährflüssigkeiten allein der mangelnde Sauerstoff die Ursache für das Ausbleiben der Arsinbildung ist, — sie erzeugen das Arsin, sobald an der Oberfläche der Flüssigkeit die Mycelentwicklung angefangen hat, — scheinen bei den Selen- und Tellurpilzen ausser dem Sauerstoffmangel noch hauptsächlich die organischen Bestandtheile der Nährlösung schädigend auf die Aethylirung einzuwirken, und zwar dadurch, dass sie namentlich bei Bruttemperatur innerhalb kurzer Zeit eine Reduktion der Verbindungen unter Abscheidung der nicht reagirenden freien Elemente verursachen.

Diese an Mikroorganismen gewonnenen Erfahrungen über die Abhängigkeit des synthetischen Vorgangs von der Gegenwart des Sauerstoffs stimmen mit den an Thieren gemachten überein. Beyer[1]) erkannte, dass die Methylirung im Thierkörper an die Gegenwart sauerstoffhaltigen Blutes geknüpft ist, und Hofmeister stellte, wie schon erwähnt, fest, dass in der Lunge, also in dem sauerstoffreichsten Organe, das Methylirungsvermögen am kräftigsten ausgebildet ist.

Wie die Abscheidung des Selens und Tellurs darlegt, vollziehen sich Reduktion und Synthese bei Thieren und Mikroorganismen ausschliesslich innerhalb der Zelle.

Die Methylirung und Aethylirung wird daher nur dann erfolgen können, wenn die Verbindungen in löslicher Form vorhanden sind, oder wenn die Möglichkeit gegeben ist, die unlöslichen Körper zuvor in lösliche überzuführen. Hieraus erklärt sich auch das verschiedene synthetische Verhalten der Arsenpilze dem Arsen, Selen und Tellur gegenüber. Die Arsenpilze sind im Stande, Arsen und unlösliche Arsenverbindungen in Lösung überzuführen; sie sowohl, wie die übrigen Pilze vermögen dagegen nicht oder nur schwierig und erst nach längerer Einwirkung freies Selen und Tellur in die aufnehmbare lösliche Form umzuwandeln.

In welcher Weise sich Reduktion und Synthese innerhalb der Zelle vollziehen, ob die Elemente in Form der Natrium- oder Wasserstoffverbindungen auf die methylproduzirende Substanz einwirken, darüber lassen sich bisher nur Vermuthungen aufstellen. Die Annahme Biginellis, dass die Arsenpilze Aethylalkohol und Arsenwasserstoff erzeugen, und dass diese beiden Verbindungen auf einander unter Bildung von Diaethylarsin einwirken, entbehrt der Begründung. Hofmeister ist auf Grund seiner Versuche über die Natur des Methylirungsvorganges der Ansicht, dass die Vermuthung, die Methylsynthese erfolge auf rein chemischem Wege durch einfache Reaktion der methylabspaltenden Substanz auf Tellur und Selen, nicht wahrscheinlich ist. Die direkte Beobachtung an Organen lehrt, dass das Maximum gebildeten Tellurmethyls erst nach einiger Zeit, oft erst nach mehreren Stunden, erreicht wird. Hofmeister kann sich daher nicht des Eindrucks erwehren, dass durch Vorgänge,

---

[1]) A. a. O., S. 237.

die im überlebenden Gewebe sich abspielen, immer neues Material zur Methylsynthese verfügbar wird, der Methylirungsvorgang also hiernach einen vitalen Prozess zur Voraussetzung hat. Für diese Auffassung spricht auch noch die Thatsache, dass sowohl bei Thieren als auch bei Mikroorganismen die Bildung der Methyl- und Aethylverbindungen sich über eine ausserordentlich lange Zeit hin erstreckt, und dass dabei die erzeugten Mengen nur äusserst gering sind.

Zur Entscheidung dieser Frage habe ich die Hofmeister'schen Versuche dahin erweitert, dass ich einerseits die zu Brei zerriebenen Organe (Lunge und Hoden), andererseits den mit Hülfe der hydraulischen Presse hergestellten Presssaft der Organe auf Reduktions- und Methylirungsvermögen untersuchte.

Der Organbrei aus Lunge und Hoden zeigte beim Zusammenbringen mit tellurigsaurem Natron reduzirende und stark methylirende Eigenschaften; der Organpresssaft hatte gleichfalls schwaches Reduktionsvermögen, besass jedoch nicht die Fähigkeit der Tellurmethylbildung.

Die gleichen Ergebnisse erhielt ich auch bei den entsprechenden Versuchen mit Mikroorganismen.

Das vom Nährsubstrat getrennte Pilzmycel, namentlich das Mycel vom Penicillium brevicaule, zeigte beim kräftigen Zusammenreiben mit selenigsaurem oder tellurigsaurem Alkali innerhalb ganz kurzer Zeit deutliche Geruchsbildung, wohingegen der Mycelpresssaft und das durch Alkohol, Aether oder Chloroformdämpfe abgetödtete Mycel Aethylirungsvermögen nicht mehr aufwies.

Der zuletzt angeführte Befund ist deshalb beachtenswerth, weil die Untersuchungen von R. Albert[1]) ergeben haben, dass bei der Hefe das Gährvermögen, welches bekanntlich nach E. Buchner nicht an rein vitale Vorgänge sondern an das Vorhandensein „der Zymase" gebunden ist, auch nach dem durch Aether und Alkohol bewirkten Tode der Zelle erhalten bleibt.

Ausserdem fand ich, dass der Buchner'sche Hefepresssaft stark reduzirend auf selenig- oder tellurigsaures Alkali einwirkte, ohne dass hierbei auch nur Spuren der Aethylverbindungen entstanden, obgleich die zur Herstellung des Presssaftes benutzte Hefe während ihres Wachsthums deutlich Aethylirungsvermögen zeigte.

Aus diesen Versuchen geht demnach zunächst hervor, dass die reduzirende Eigenschaft der Zellen (bei Thieren und Mikroorganismen) durch eine Substanz bedingt ist, die auch losgelöst von der Zelle ihre Wirkung entfalten kann.

Die Ergebnisse der Versuche rechtfertigen ferner die Annahme, dass im Gegensatz zum Reduktionsvermögen das Methylirungs- und Aethylirungsvermögen mit der Lebensthätigkeit der Zelle unmittelbar zusammenhängt, also ein rein vitaler Prozess ist.

Am Schlusse dieser Ausführungen kommen wir nunmehr zu der Frage, ob die Gosio'sche Reaktion dadurch an Bedeutung für den Arsennachweis verliert, dass sie

---

[1]) R. Albert, Einfacher Versuch zur Veranschaulichung der Zymase-Wirkung, Berichte der deutschen chemischen Gesellsch., Jahrg. 33, 1900, III, S. 3775.

nicht nur beim Arsen, sondern auch beim Tellur und, wenn auch unter etwas anderer Geruchsbildung, beim Selen eintritt.

Wir müssen diese Frage verneinen.

Einmal ist es bei der Seltenheit von Selen und Tellur nicht wahrscheinlich, dass diese Elemente in den Materialien, die bei der Untersuchung auf Arsen zumeist in Betracht kommen, vorhanden sind. Ferner werden bei Gegenwart der genannten Elemente Täuschungen nicht so leicht vorkommen, wenn man bei der Handhabung des Verfahrens die von Morpurgo und Brunner empfohlene Abänderung, bei der auch Spuren von Selen- und Tellurverbindungen angezeigt werden, vermeidet und die Untersuchung in der von Gosio oder in der von Abel und Buttenberg beschriebenen Weise vornimmt.

Endlich kann man jeden Irrthum dadurch ausschalten, dass man das zu untersuchende Material ausser mit dem Arsenpilz noch zur Kontrolle mit einem Pilz zusammenbringt, der Arsen nicht aethylirt, wohl aber Selen und Tellur.

Bei Beachtung dieser Vorsichtsmassregeln wird die Zuverlässigkeit des biologischen Verfahrens für den Arsennachweis nicht bestritten werden können.

Ueber die Einwirkung gasförmiger Blausäure auf frische Früchte.

Von

Dr. H. Schmidt,

wissenschaftlicher Hülfsarbeiter im Kaiserlichen Gesundheitsamte.

Einleitung.

Unter dem 23. März 1901 hat das Kaiserliche General-Konsulat für Australien aus Sydney berichtet, dass die Ackerbau-Abtheilung im Ministerium des Staates Victoria Versuche angestellt hat, frische, sonst dem Verderben ausgesetzte Früchte, durch Behandlung mit gasförmiger Blausäure zu konserviren. Eine grössere Anzahl Birnen und Pfirsiche wurde in ihren Versandtkisten äusserlich der Behandlung mit diesem Gase unterworfen, dann herausgenommen und einzeln in Seidenpapier gewickelt. Ein Theil davon wurde zum zweiten Mal mit dem Gas behandelt und die ganze Menge sodann in einem trockenen Raum 7 Wochen lang bei einer Temperatur von 40° Fahrenheit (etwa 4,5° Celsius) aufbewahrt. Als die Früchte nach dieser Zeit geprüft wurden, zeigte sich, dass sie sich, insbesondere die zweimal mit dem Gas behandelten, in vorzüglichem Zustande befanden; sie fühlten sich fest an, hatten ihr frisches Aussehen behalten und wiesen keine faulen Stellen auf, da die vorher etwa vorhanden gewesenen Schimmel- und Schwammsporen durch das Gas zum Absterben gebracht worden waren[1]).

Die Verwendung eines so ausserordentlich giftigen Gases zur Obstkonservirung, wie es die Blausäure ist, hat zunächst etwas befremdendes; sie wird aber verständlich, wenn man berücksichtigt, dass dieses Mittel schon seit längerer Zeit zur Bekämpfung von Obstschädlingen Verwendung findet. Die Blausäure ist zuerst wohl in Amerika für diese Zwecke benutzt worden, und zwar in erster Linie, um Obstbäume von Schildläusen zu befreien. Wie Woodworth[2]) angiebt, sind es vor allem Coquillet, sowie Hilgard und Morse, welche die Blausäureräucherung in die Landwirthschaft eingeführt haben. Das Verfahren, das unter anderem in dem Yearbook of the United States Department of Agriculture 1896 S. 227—230[3]), sowie von Hollrung[4]) ausführlich beschrieben

[1]) Deutscher Reichs-Anzeiger Nr. 136 vom 11. Juni 1901. Nachrichten für Handel und Industrie 1901 Nr. 83 S. 4.

[2]) Bulletin Nr. 122 der Versuchsst. für Californien 1899 S. 33. Hollrung, Jahresber. II, S. 116.

[3]) Vergl. auch Frank und Krüger, Schildlausbuch S. 33 f. f.

[4]) Hollrung, Chem. Mittel gegen Pflanzenkrankheiten, S. 136 f. f.

worden ist, besteht darin, dass man über die zu räuchernden Bäume bei Nachtzeit Zelte aus gasdichtem Stoff zieht und unter diesen dann in geeigneten Gefässen aus Cyankalium und verdünnter Schwefelsäure das Blausäuregas entwickelt. Man belässt das Gasgemisch 30, nach anderen Angaben 40—45 Minuten unter dem an den Rändern durch Erdaufwurf gedichteten Zelt und entfernt nach dieser Zeit die Decke.

Die günstigen Erfahrungen, die bei dieser Bekämpfungsweise der Schildläuse gemacht wurden, haben dazu geführt, das Verfahren auch auf andere Pflanzenschädlinge auszudehnen. Hollrung[1]) giebt an, dass die Blausäure auch Eingang als Desinfektionsmittel reblaushaltiger- oder verdächtiger Weinreben gefunden hat, und dass seitens des italienischen Ackerbauministeriums eine Desinfektionskammer zu Imola errichtet und auch lebhaft benutzt worden ist. Ferner soll die Regierung von Kanada für die Reinigung von Baumschulen, die mit Blutlaus, Apfel-Blattlaus, Bohrkäfern, Apfelmaden u. s. w. behaftet sind, eine Räucherung mit Blausäuregas vorgeschrieben haben. Auch zur Desinfektion einzelner Pflanzentheile, wie Zweige und Früchte, ist das Verfahren, und zwar angeblich mit gleich gutem Erfolge angewendet worden. Namentlich der letztere Umstand, dass auch auf Früchten die Schildläuse durch die Blausäure abgetödtet werden können, ist von besonderer Bedeutung, weil darin ein Mittel gefunden ist, der Verschleppung des Insektes durch den Versandt der Früchte vorzubeugen. In der That sollen nach Angaben Mengarini's[2]) einige Regierungen von Australien[3]) die Forderung aufgestellt haben, dass gewisse Früchte (agrumi = Pomeranzen und Citronen) nur dann aus dem Auslande eingeführt werden dürfen, wenn dieselben zuvor nachweislich mit Blausäuregas desinfizirt worden sind.

Wie ersichtlich, ist in allen bisherigen Fällen das Gas nur als Bekämpfungsmittel thierischer Parasiten verwendet worden; nach den Erfahrungen, die in Victoria gemacht worden sind, soll es aber auch die Fähigkeit besitzen, pflanzliche Schädlinge und auch deren Sporen zu vernichten. Es soll hier zunächst nicht näher erörtert werden, ob Blausäuregas hierzu im Stande ist; jedoch ist wohl anzunehmen, dass es nur bei sehr energischer Einwirkung dieses Gases möglich sein wird, Pilzsporen mit Sicherheit abzutödten. Ein Beweis dafür ist durch die australischen Versuche aber noch nicht erbracht; denn dass ausgesuchtes Obst, zumal wenn es bei niederer Temperatur aufbewahrt wird, sich 7 Wochen und noch längere Zeit unversehrt zu halten vermag, ist eine durch die Praxis längst erwiesene Thatsache.

Von grösserer Bedeutung erscheint hingegen die Frage, ob die Früchte nicht etwa Blausäure aufnehmen und damit Veranlassung zur Schädigung der menschlichen Gesundheit zu geben vermögen.

Ueber die Einwirkung der Blausäure auf pflanzliche Gewebe finden sich in der Litteratur nur wenige Angaben, die sich auch noch zumeist darauf beschränken, dass das Gas, wenn es in konzentrirter Form zur Anwendung gelangt, schädlich einwirkt. Woodworth[4]) äussert sich dahin, dass ein bestimmtes Maass von Blausäure pro qm

---

[1]) Hollrung, Chem. Mittel u. s. w., S. 137.

[2]) Bollettino di Notizie agrarie XXI, S. 1317. Hollrung, Jahresberichte II, S. 9.

[3]) Hollrung giebt irrthümlich an, dass es die österreichische Regierung sei.

[4]) Bulletin Nr. 122 der Versuchsstat. f Californien, 1899, S. 33. Hollrung, Jahresber. II, S. 116

(soll wohl heissen cbm) nicht überschritten werden darf, wenn der Baum nicht geschädigt werden soll. Woods und Dorsett[1]) sprechen sich in ähnlicher Weise aus und haben bei ihren Versuchen, die sie mit Treibhauspflanzen anstellten, ausserdem gefunden, dass kurz anhaltende Räucherungen mit starken Gasmengen weniger schaden, als die lange Einwirkung geringer Gasmengen. Perosino[2]) führte den Pflanzen Blausäure, bezw. Cyankalium durch die Wurzeln zu, ohne dass angeblich die Pflanzen geschädigt wurden. Sein Verfahren wurde von Berlese[3]) nachgeprüft; dieser fand, dass die Versuchspflanzen (Urtica urens) durch 5 bezw. 2,5%ige Cyankaliumlösung getödtet wurden. Ebenso starb eine Mandarinenpflanze, als dieselbe nach dem Perosino'schen Verfahren mit 1 g Cyankalium behandelt wurde. Dass auch geringe Mengen Blausäure die Pflanzen unter gewissen Bedingungen zu schädigen vermögen, dürfte auch aus den Ausführungen Craw's[4]) hervorgehen, welcher empfiehlt, die gebräuchlichen Räucherungen zu unterlassen, solange die Bäume nass oder bethaut sind. Endlich liegen auch die Erfahrungen Mengarini's vor, welcher angiebt, dass im Auftrage des italienischen Ackerbau-Ministeriums von der Königlichen Station für Pflanzenpathologie Versuche über die Einwirkung der Blausäure-Desinfektion angestellt wurden. Man fand dabei, dass bei genauer Befolgung der australischen Vorschrift, die weiter unten wiedergegeben werden soll, die Konsistenz und der Geruch der Früchte nicht verändert werden, dass aber die kleinste Abweichung von dem Verfahren und eine geringe Vermehrung der Cyankaliummenge genügt, um die Früchte (Citronen und Orangen) braun werden zu lassen, so dass sie nicht mehr marktfähig sind.

Das Verfahren scheint somit, abgesehen von der möglichen Gesundheitsschädigung der die Desinfektion ausführenden Arbeiter, für den pflanzlichen Organismus nicht ungefährlich zu sein. In der That finden sich auch in den Arbeiten, welche die praktische Anwendung der Blausäureräucherung behandeln, genaue Angaben über die jeweilig anzuwendende Cyankaliummenge und von Woodworth[5]) wird die Abschätzung des Inhaltes des zu räuchernden Zeltes und die Berechnung des dazu nothwendigen Quantums Cyankalium geradezu als eine Schwierigkeit bei der Anwendung des Verfahrens bezeichnet. Auch Woods und Dorsett[6]) äussern sich dahin, dass es unbedingt erforderlich ist, den Rauminhalt des Räucherhauses so genau als möglich festzustellen. Es sind deswegen Tabellen aufgestellt worden, welche die für die jeweilige Höhe und den Umfang des Baumes nothwendige Cyankaliummenge angeben und hierbei davon ausgehen, dass zur Räucherung eine 0,2—0,3% Blausäure enthaltende Atmosphäre am besten geeignet ist. Die schon erwähnte australische Verordnung fordert, dass zur Desinfizirung eines 5 cbm enthaltenden Raumes die aus 35 g

---

[1]) Hollrung, Jahresberichte II, S. 202.

[2]) Gazzetta delle Campagne, 28. Jahrg., S. 10, 11. — Hollrung, Jahresberichte II, 131.

[3]) Bollett. d. Entomol. agr., 6. Jahrg., S. 165, 189, 213. — Hollrung, Jahresberichte II, S. 131.

[4]) The Pacific rural Press, 1899, S. 68, 69. — Hollrung, Jahresberichte II, S. 10.

[5]) Bulletin Nr. 122 der Versuchsstation f. Californien, 1899, S. 33. — Hollrung, Jahresberichte II, S. 116.

[6]) Hollrung, Jahresberichte II, S. 202.

Cyankalium mit Hülfe von verdünnter Schwefelsäure entwickelte Menge Blausäure Verwendung finden soll. Die genannte Menge Cyankalium liefert rund 14,5 g Cyanwasserstoff, welche ohne Berücksichtigung des Barometerstandes und unter Zugrundelegung eines spezifischen Gewichtes von 0,94 für gasförmige Blausäure einem Volumen von rund 11,9 Litern entsprechen. Berücksichtigt man, dass das gebräuchliche gute Cyankalium des Handels etwa 98 %ig ist, so kommen auf 1 cbm Luftraum 2,4 l Blausäuregas, d. h. auch in diesem Falle wird mit einer 0,2—0,3 % Blausäure enthaltenden Atmosphäre gearbeitet.

Dieses, auf theoretische Berechnung sich gründende Verhältniss von Blausäure zu Luft wird nun aber in der Wirklichkeit eine Verschiebung dadurch erleiden, dass bei Benutzung eines z. B. 5 cbm grossen Räucherhauses sich die 11,9 l Blausäuregas nicht mit 5 cbm Luft mischen werden, sondern nur mit einem Volumen von 5 cbm Luft, vermindert um das Volumen der mit dem Gase zu behandelnden Früchte. Schon aus ökonomischen Gründen wird nun in der Praxis das Räucherhaus mit einer möglichst grossen Menge von Früchten beschickt werden, so dass also unter Umständen eine sehr viel mehr als 0,3 % Blausäure enthaltende Luft zur Einwirkung gelangen wird. Da nun das Verhältniss sich beliebig ändern kann, so dass einmal eine stärker, ein andermal eine schwächer blausäurehaltige Luft verwendet wird, andererseits aber von dem Gehalt an Blausäure die Widerstandsfähigkeit der pflanzlichen Gewebe abhängen soll, so erscheint es nicht ausgeschlossen, dass durch die Räucherung unter Umständen wohl eine Schädigung der Früchte herbeigeführt werden kann.

Ob überhaupt Früchte im Stande sind, Blausäure, die in Gasform mit ihnen in Berührung kam, festzuhalten, ist bisher, soweit aus der Litteratur ersichtlich ist, nur einmal untersucht worden. Guthrie[1]) will nämlich gefunden haben, dass nach einer dreistündigen Behandlung von Früchten mit Blausäure und darauffolgender $^1/_2$ stündiger Lüftung in den Früchten keinerlei Blausäurespuren hinterblieben seien. Er stellte seine Versuche mit Orangen, Aepfeln und Citronen an, die er in einem Räucherhause von 16 Kubikfuss Inhalt der Einwirkung der aus 50 g Cyankalium entwickelten Blausäure überliess. Die Untersuchung auf Blausäure wurde nach dem Destillationsverfahren ausgeführt. Darüber, dass Früchte durch die Einwirkung dieses Gases verändert werden können, hat auch Mengarini berichtet, der in der schon erwähnten Arbeit[2]) angiebt, dass Citronen und Pomeranzen durch zu starke Blausäure braun gefärbt wurden; ob dieselben aber Blausäure aufgenommen haben und daraufhin auch weiter noch chemisch untersucht worden sind, ist nicht ersichtlich.

Solange es sich um Früchte handelt, die mit einer starken Schale versehen sind, erscheint zunächst die Wahrscheinlichkeit, dass die Blausäure in das Innere eindringt, gering, zumal wenn die Oberhaut wie z. B. bei Aepfeln und Pflaumen mit einer Wachsausscheidung überzogen ist. Als leichter durchdringbar muss schon die dieses Schutzes entbehrende Haut der Pfirsiche angesehen werden, und als noch mehr geeignet für die Blausäureaufnahme erscheinen Früchte, welche kleine Verletzungen der

---

[1]) Agricult. Gazette of New South-Wales IX, S. 1191. Hollrung, Jahresberichte II, S. 285.

[2]) Bollettino di Notizie agrarie XXI, S. 1317. Hollrung, Jahresberichte II, S. 9.

Haut haben. In letzerem Falle wird der wässrige Fruchtsaft unmittelbar mit dem Gase in Berührung treten und dieses, da es sehr leicht im Wasser löslich ist, aufnehmen. In ähnlicher Weise dürften auch Druckstellen, an denen das Gewebe etwas gelockert ist, den Zutritt der Blausäure zum Fruchtsaft erleichtern.

Der Bericht des Generalkonsulats lässt nicht erkennen, wie die darin erwähnten australischen Versuche angestellt wurden. Es erscheint jedoch die Annahme gerechtfertigt, dass das neue Konservirungsverfahren mit der schon früher angewandten Blausäureräucherung zum Zwecke der Vertilgung thierischer Schmarotzer nicht übereinstimmt. Wenn man berücksichtigt, dass die Früchte in den Versandtkisten mit dem Gase behandelt werden, in denen sie eng gepackt liegen und vielfach sich berühren, so ergiebt sich, dass die Behandlung wohl in der Weise ausgeführt wird, dass das Innere der Kiste durch Einleiten der Blausäure damit angefüllt wird, um derselben den Zutritt zur gesammten Oberfläche des Obstes zu ermöglichen, da sonst ein Erfolg nach der beabsichtigten Richtung hin kaum zu erwarten ist. Wenn dem so ist, dann kommen aber die Früchte sehr wahrscheinlich mit einer konzentrirten Blausäureatmosphäre in Berührung, wodurch die Möglichkeit der Blausäure-Aufnahme sehr erhöht wird. Die Anschauung, dass bei dem neuen Konservirungsverfahren starke Blausäure zur Verwendung kommt, und wohl auch kommen muss, wenn überhaupt das Verfahren seinen Zweck erfüllen soll, wurde den Versuchen, die im chemischen Laboratorium des Kaiserlichen Gesundheitsamtes angestellt worden sind, zu Grunde gelegt. Es konnte dies um so eher geschehen, da es dabei zunächst nicht darauf ankam, die Zweckmässigkeit des Verfahrens nachzuprüfen, sondern vornehmlich, festzustellen, ob Früchte überhaupt Blausäure aufzunehmen und festzuhalten vermögen, und welches das Schicksal der etwa aufgenommenen Blausäure in der Frucht ist.

Der Nachweis der Blausäure durch chemische Mittel gelingt verhältnissmässig leicht, auch dann noch, wenn nur geringe Mengen dieser Verbindung in dem Untersuchungsgegenstande vorhanden sind. Da aber geplant war, die etwa aufgenommene Menge des Gases auch quantitativ zu bestimmen, musste bei den Versuchen dafür Sorge getragen werden, dass in den Früchten, wenn sie überhaupt fähig sind, Blausäure aufzunehmen, nicht zu geringe Mengen derselben aufgespeichert wurden. Zu diesem Zwecke war es nöthig, die Versuchsfrüchte an möglichst vielen Stellen mit dem Gase in Berührung zu bringen, die Einwirkungsdauer nicht zu kurz zu wählen und das Gas in einer nicht zu verdünnten Form zur Anwendung gelangen zu lassen. Die ausserordentliche Giftigkeit des Gases gebot andererseits die Berücksichtigung von Vorsichtsmassregeln bei der Entwicklung und Zuleitung der Blausäure zu den Früchten, die bei den Arbeiten im grossen in ähnlichem Umfange nicht zur Anwendung zu gelangen brauchen. Es erschien daher am besten und den dem Berichte des Generalkonsulats zu entnehmenden Angaben am meisten entsprechend, die Früchte in einem gasdicht geschlossenen Raume mit einem mit Luft nicht zu sehr verdünnten Blausäuregasstrom zu behandeln, und zwar in der Art, dass das Gemisch an der unteren Seite des Raumes eintrat, die auf Horden liegenden Früchte umspielte und durch eine obere Oeffnung wieder austrat, um dann durch Auffangen in Kalilauge unschädlich gemacht zu werden. Neben diesen Versuchen sollten ferner noch andere vorgenommen

werden, bei denen die Früchte längere Zeit in einer blausäurehaltigen, unbewegten Luft liegen blieben. Es waren so im wesentlichen zwei Versuchsreihen geschaffen, indem einmal verschiedene Fruchtarten $^{1}/_{2}$ Stunde hindurch mit mässig verdünnter Blausäure behandelt wurden, andererseits gleiche Früchte 20—24 Stunden lang in einer ähnlichen Blausäureatmosphäre liegen blieben. Daneben wurden noch einige Versuche angestellt, bei denen das Gas 10 Minuten, 1 Stunde, $1^{1}/_{2}$ und 2 Stunden einwirkte. Zu den Versuchen diente eine auf 4 Füssen ruhende, horizontal gelagerte Blechtrommel von rund 9,4 l Inhalt, welche an den beiden Kreisflächen mit Glasscheiben versehen war. Die eine Endfläche war abnehmbar und konnte mit Hülfe von 4 Flügelschrauben und einer Gummiring-Dichtung luftdicht aufgeschraubt werden. Im Innern war eine Horde aus Drahtgeflecht befestigt. Der Apparat trug an der Unterseite vorn und an der Oberseite hinten je einen Stutzen; durch den ersteren trat die Blausäure ein, durch den zweiten verliess sie den Apparat[1]). Das Gas wurde in einer kegelförmigen Absaugeflasche, die seitlich mit einem Abzugsstutzen versehen war, aus Cyankalium entwickelt, auf welches aus einem Hahntrichter verdünnte Schwefelsäure tropfte. Der Trichter steckte in einem doppelt durchbohrten Gummistopfen, durch dessen zweite Bohrung ein Luftzuführungsrohr bis auf den Boden der Flasche geführt war. Dieses Rohr stand mit einem mit Luft gefüllten Gasometer in Verbindung. Sobald die Blausäureentwicklung im Gange war, wurde das Gasometer in Betrieb gesetzt, so dass aus der Flasche ein mit Luft verdünnter Gasstrom entwich, der, um ihn zu trocknen, ein mit entfetteter Watte dicht gefülltes Trockengefäss passirte, um dann in die Blechtrommel einzutreten. Nach dem Durchstreichen durch letztere wurde er in drei mit konzentrirter Kalilauge (1 + 2) gefüllte Waschflaschen geleitet und dort von der Blausäure befreit, so dass nur Luft austrat. Durch verschiedene Quetschhähne konnte der Luftstrom geregelt werden. Zu jedem Versuche wurden etwa 20 g 98%iges Cyankalium benutzt, die durch langsameres oder schnelleres Zutropfenlassen der verdünnten Schwefelsäure innerhalb einer halben Stunde zersetzt wurden. Bei den Versuchen mit $^{1}/_{2}$stündiger Einwirkung wurde, wenn die Gasentwicklung beendet war, das Entwicklungsgefäss ausgeschaltet, und etwa 10 Minuten lang ein kräftiger Luftstrom durch die Trommel geschickt; alsdann wurden die Früchte dem Apparat entnommen, etwa $^{1}/_{2}$ Stunde lang gelüftet und weiter untersucht. Bei den anderen Versuchen wurde ebenso verfahren, nur mit dem Unterschiede, dass, wenn die Blausäureentwicklung aufgehört hatte, der Luftstrom sofort abgestellt wurde und der Apparat an den beiden Stutzen durch Abklemmen der Schläuche luftdicht verschlossen wurde. Die Früchte blieben dann noch $^{1}/_{2}$, 1, $1^{1}/_{2}$, 20, 24 Stunden in der Luft-Blausäureatmosphäre liegen. Die Versuche wurden an einem schattigen Ort und im Freien ausgeführt.

Versuche über die Bestimmung der Blausäure.

Bevor jedoch zu den eigentlichen Untersuchungen geschritten werden konnte, war es nöthig, eine Reihe von Vorversuchen vorzunehmen, die sich darauf erstreckten,

[1]) Der Apparat war nach Angabe von der Firma P. Altmann, Berlin gefertigt worden

1) festzustellen, ob die Früchte, die für die Untersuchung in Betracht kamen, nicht von Hause aus Blausäure in freier oder gebundener Form enthielten,
2) zu prüfen, wie weit die Empfindlichkeit der bekannten Blausäurereaktionen geht,
3) zu untersuchen, ob die in einem Untersuchungsobjekt enthaltene Blausäure quantitativ genau festgestellt werden kann, oder ob durch die Isolirung derselben grosse Fehler bedingt würden und
4) festzustellen, welche Methode sich am besten für die quantitative Bestimmung eignet.

In gerichtlichen Fällen geschieht die Untersuchung auf Blausäure in der Art, dass man den betreffenden Gegenstand fein zerkleinert, mit Wasser in einem Kolben übergiesst, mit wenig Schwefelsäure oder Weinsäure ansäuert und nun das ganze der Destillation unterwirft. Das gut gekühlte Destillat wird in Wasser aufgefangen und mit den bekannten Reaktionen auf Blausäure geprüft. Nach Dragendorff[1]) ist dabei darauf zu achten, dass die Temperatur im Destillationsgefäss nicht über 100° steigt; auch soll die direkte Destillation derjenigen mit Wasserdampf vorzuziehen sein. Dementsprechend wurden die Früchte behandelt; jedoch gelang es zuerst nicht, direkt zu destilliren, so dass zu dem Uebertreiben mit Dampf gegriffen werden musste, weil der Kolbeninhalt ausserordentlich stark schäumte; erst späterhin, bei den eigentlichen Versuchen, konnte dieses Hülfsmittel umgangen werden durch die Wahl eines sehr geräumigen Gefässes. Untersucht wurden: Pfirsiche, Pflaumen, Birnen, Aepfel, Kirschen und Citronen. Da die Kerne der Pfirsiche, Pflaumen und Kirschen bekanntlich Amygdalin enthalten, welches durch die Einwirkung des daneben enthaltenen Emulsins Blausäure abspaltet, wurden diese zuvor entfernt, so dass nur das Fruchtfleisch der Destillation unterworfen wurde. Es gelang nun in keinem Falle, in den genannten Früchten Blausäure nachzuweisen, obwohl in jedem Falle mehrere 100 g in Arbeit genommen wurden. Erst wenn einige Samenkerne hinzugethan wurden, konnte Blausäure im Destillat deutlich nachgewiesen werden. Diese Beobachtung steht in Widerspruch mit den von K. Windisch[2]) veröffentlichten Angaben, der aus der vergohrenen Maische von Kirsch- und Pflaumenfruchtfleisch, die ohne Verwendung der Steine hergestellt worden war, durch Destillation Blausäure abscheiden konnte. Windisch kommt zu dem Schluss, dass alle Steinobstarten in ihrem Fruchtfleisch die Elemente der Blausäure (Amygdalin) enthalten, eine Anschauung, die nach dem oben wiedergegebenen Befunde nicht in allen Fällen zutrifft. Die Maische der im vorliegenden Falle untersuchten Kirschen gab selbst dann keine Blausäure ab, wenn sie mit den unzerquetschten Steinen kunstgerecht vergohren wurde. Wegen der vorgeschrittenen Jahreszeit konnten die Versuche mit Kirschen nicht fortgesetzt werden; dieselben sollen bei nächster Gelegenheit wieder aufgenommen werden.

Für den qualitativen Nachweis stehen eine ganze Reihe von Reaktionen zur Verfügung, von denen vier bei diesen Arbeiten Berücksichtigung fanden. Die Guajakreaktion[3]) besteht darin, dass man zu dem wässrigen Destillate einen Tropfen frisch

[1]) Gerichtlich-chemische Ermittlung von Giften, 1888, S. 60 f. f.
[2]) Ztschr. f. Untersuch. der Nahr.- u. Genussmittel 1901, 817.
[3]) Ztschr. analyt. Chemie, 1869, 8, 67.

bereiteter Guajakholztinktur (Guajakholz und Alkohol von etwa 50 Vol. % im Verhältniss von 1 : 5) und einen Tropfen sehr verdünnter Kupfersulfatlösung (etwa 1 : 1000) giebt; bei Gegenwart freier Blausäure färbt sich die durch das ausgeschiedene Harz milchig getrübte Flüssigkeit schön blau. Besteht bezüglich der Färbung Unsicherheit, so schüttelt man das Ganze mit etwas Chloroform; die blau färbende Substanz geht in dieses über und die Reaktion wird dadurch deutlicher[1]). Dieser Nachweis ist ausserordentlich scharf, leidet aber an dem Nachtheil, dass das Eintreten der Blaufärbung die Gegenwart von Blausäure nicht sicher beweist, da die Erscheinung auch durch andere Körper, so z. B. Ammoniak und seine flüchtigen Salze[2]) hervorgerufen wird. Es ist also nur das Nichteintreten der Reaktion beweisend für die Abwesenheit von Blausäure.

Verdunstet man die auf Blausäure zu prüfende wässrige Flüssigkeit mit 1—2 Tropfen Schwefelammonium auf dem Wasserbade bis zur völligen Trockne, so tritt auf Zusatz von 1 Tropfen Eisenchloridlösung zu dem mit wenig Wasser aufgenommenen und mit Salzsäure angesäuerten Rückstand eine blutrothe Färbung ein, sofern Blausäure vorhanden war. Die Reaktion ist sehr empfindlich, hat aber den Nachtheil, dass sie wegen des Eindampfens einige Zeit dauert. Ein gleichfalls sehr scharfer Nachweis der Blausäure ist der mit Silbernitrat in salpetersaurer Lösung; eine etwa eintretende Trübung ist noch nicht beweisend für die Anwesenheit von Blausäure, sie wird es jedoch, wenn die entstandene Ausscheidung sich auf Zusatz von Cyankaliumlösung wieder auflöst. Eindeutig ist der auf der Bildung von Berlinerblau beruhende Nachweis mit Eisenoxydul-oxyd-Salz. Diese Methode ist leicht ausführbar und auch recht empfindlich. Bei Anwesenheit schon geringer Mengen von Blausäure tritt eine deutliche Blaufärbung ein; ist nur sehr wenig Blausäure vorhanden, so entsteht nach einigem Stehen nur eine grünliche Färbung. Aber auch in letzterem Falle lässt sich das Berlinerblau als solches nachweisen, wenn man die Flüssigkeit durch ein kleines Filter giesst. Das Berlinerblau bleibt auf diesem zurück und hebt sich von dem weissen Papier deutlich ab. Es gelang so, 0,00005 g Blausäure nachzuweisen. Eigenthümlich ist es, dass die Reaktion in vereinzelten Fällen nicht eintrat, obwohl Blausäure sicher vorhanden war und bei der Prüfung alle Bedingungen genau innegehalten wurden; eine Erklärung, für diese Erscheinung kann nicht gegeben werden; es sei jedoch bemerkt, dass sie nur bei sehr geringen Blausäuremengen (unter 0,0001 g) beobachtet wurde.

Nach den bei der Prüfung der genannten Reaktionen gemachten Erfahrungen erschien es am geeignetsten, bei den späteren Versuchen die Berlinerblau-Reaktion und die Silber-Reaktion zu benutzen.

Zur quantitativen Bestimmung der Blausäure kann man so verfahren, dass man die überdestillirende Flüssigkeit in überschüssige Silbernitratlösung, die schwach mit Salpetersäure angesäuert ist, leitet, das Cyansilber auf einem aschearmen Filter sammelt, trocknet, durch Glühen bis zum bleibenden Gewicht in metallisches Silber

---

[1]) A. Aé. Polyt. Notizblatt, **24**, 239 nach Ztschr. analyt. Chemie, 1870, **9**, 101.

[2]) Dragendorff, Die gerichtlich-chemische Ermittelung von Giften, 1888, S. 63.

überführt und dieses zur Wägung bringt, oder die überdestillirende Blausäure in Wasser oder ganz schwacher Kalilauge auffängt und mit $\frac{n}{10}$ Silbernitratlösung titrirt. Verwendet man nur Wasser zum Auffangen, so ist die Flüssigkeit vor dem Titriren mit einigen Tropfen Kalilauge zu versetzen, da die Blausäure an Alkali gebunden sein muss. Jeder bis zur bleibenden Trübung verbrauchte ccm $\frac{n}{10}$ Silberlösung entspricht 0,0054 g Blausäure, so dass der Gehalt leicht zu berechnen ist.

Um nun zu sehen, ob die angewendete Cyanmenge, die in Form von Cyankaliumlösung der zu destillirenden Flüssigkeit zugesetzt wurde, im Destillat wiedergefunden wird, wurden mehrere Versuche ausgeführt, die folgendes ergaben:

1. 10 ccm einer Cyankali-Lösung verbrauchen 6,3 ccm $\frac{n}{10}$ Silberlösung.

10 ccm dieser Lösung zu etwa 100 g zerkleinerten Birnen zugesetzt, mit Weinsäure angesauert und mit Wasserdampf destillirt.

	Destillat verbraucht	berechnet
Destillat verbraucht	6,55 ccm	6,3 ccm
20 ccm ebenso behandelt. Destillat verbraucht	12,25 „	12,6 „
30 „ „ „ „ „	18,45 „	18,9 „
50 „ „ „ „ „	30,15 „	31,5 „

2. 20 ccm einer Cyankali-Lösung verbrauchen 4,6 ccm $\frac{n}{10}$ Silberlösung.

20 ccm dieser Lösung mit Weinsäure (etwa 1 g) angesäuert und mit Wasserdampf destillirt. Destillat verbraucht	3,9 ccm $\frac{n}{10}$ $AgNO_3$
20 ccm ebenso behandelt. Destillat verbraucht	3,85 „
20 ccm ebenso behandelt, aber mit 2 g Weinsäure angesäuert. Destillat verbraucht	3,8 „
20 ccm ebenso behandelt, aber mit etwa 0,2 g Weinsäure angesäuert. Destillat verbraucht	4,05 „
20 ccm ebenso behandelt, aber mit 3 Tropfen verdünnter Schwefelsäure angesäuert. Destillat verbraucht	4,30 „
20 ccm ebenso behandelt, aber mit 10 ccm verdünnter Schwefelsäure angesäuert. Destillat verbraucht	4,45 „
20 ccm wie vorstehend	4,2 „
20 ccm „ „	4,4 „
20 ccm „ „	4,3 „
20 ccm „ „ aber mit 30 ccm verdünnter Schwefelsäure angesäuert. Destillat verbraucht	4,1 „
20 ccm mit 5 ccm Phosphorsäure angesäuert, sonst wie vorstehend. Destillat verbraucht	4,25 „

3. 10 ccm einer Cyankali-Lösung verbrauchen 6,4 ccm $\frac{n}{100}$ Silbernitratlösung.

10 ccm mit Weinsäure angesäuert und mit Wasserdampf destillirt.

	Destillat verbraucht	berechnet
Destillat verbraucht	6,2 ccm $\frac{n}{100}$ $AgNO_3$	
10 ccm ebenso behandelt	6,55 „	
10 ccm „ „	6,45 „	
2 ccm „ „	1,4 ccm	1,28 „
1 ccm „ „	0,8 „	0,64 „

Aus den vorstehenden Angaben ist zu ersehen, dass fast immer weniger Blausäure im Destillat gefunden wurde, als der Destillationsflüssigkeit in Form von Cyankaliumlösung zugesetzt worden war; ein abweichendes Verhalten zeigten diejenigen

Fälle, bei denen es sich um sehr geringe Mengen Blausäure handelte (Versuchsreihe 3), und zur Titration $\frac{n}{100}$ Silberlösung angewendet worden war. Der Umstand, dass bei diesen letzteren Versuchen mehr Blausäure gefunden wurde, darf wohl darauf zurückgeführt werden, dass die entstehende Trübung der Verdünnung wegen schwerer zu erkennen ist. Die Anwesenheit grösserer Mengen organischer Substanz in der zu destillirenden Flüssigkeit übt einen Einfluss nicht aus, ebenso scheint es ohne Bedeutung zu sein, ob wenig oder viel Säure zugesetzt wird. Bemerkenswerth ist, dass bei Verwendung verdünnter Schwefelsäure bessere Resultate erhalten wurden als mit Weinsäure. Immerhin war auch im ersteren Falle die Differenz eine ziemlich grosse und es wurde daher versucht, ob etwa durch die Destillation mit Wasserdampf Fehler in die Bestimmung gelangen.

20 ccm Cyankali-Lösung verbrauchten 6,85 ccm $\frac{n}{10}$ Silberlösung.

20 ccm mit 10 ccm verdünnter Schwefelsäure versetzt und mit Wasserdampf destillirt verbrauchten	5,8 ccm
20 ccm mit 10 ccm verdünnter Schwefelsäure versetzt und direkt destillirt verbrauchten	6,25 „
20 ccm ebenso behandelt verbrauchten	6,30 „

In der That also scheint die Behandlung mit Wasserdampf einen ungünstigen Einfluss auszuüben. Bei den eigentlichen Versuchen mit Früchten ist daher, mit Ausnahme der ersten Fälle, immer die direkte Destillation gewählt und zum Ansäuern verdünnte Schwefelsäure (10 ccm) gewählt worden. Erwähnt sei auch, dass bei diesen Versuchen mit reiner wässriger Cyankalilösung bestätigt gefunden wurde, dass die Blausäure sich in der Hauptmenge in den ersten Theilen des Destillats vorfindet. Die ersten 10 ccm enthielten fast die gesammte zu erwartende Menge, während die zweite gleich grosse Fraktion nur noch 0,1—0,2 ccm Silbernitrat verbrauchte und in der dritten fast niemals mehr Blausäure vorhanden war. In der Litteratur findet sich die Angabe, dass als Indikator Kochsalz zugesetzt werden soll; das Ende der Reaktion zwischen Destillat und Silberlösung wird dann durch das entstehende Chlorsilber angezeigt. Nöthig ist dieser Zusatz, wie Versuche gezeigt haben, nicht. Da bei diesen Versuchen gleichzeitig festgestellt werden sollte, ob etwa im Ueberschuss vorhandene Kalilauge Fehler bei der Titration bedingt, seien die Ergebnisse gleichfalls hier aufgeführt.

10 ccm	Cyankalilösung	ohne Kalilauge,	ohne Chlornatrium	= 2,3	ccm	$\frac{n}{10}$ Silberlösung.
„	„	„ „	„ „	= 2,3	„	„
10 ccm	„	mit 10 Tropfen „	„ „	= 2,3	„	„
„	„	„ „ „	„ „	= 2,35	„	„
„	„	„ „ „	„ „	= 2,35	„	„
10 ccm	„	„ „ „	mit „	= 2,35	„	„
„	„	„ „ „	„ „	= 2,35	„	„
10 ccm	„	ohne Kalilauge,	mit „	= 2,3	„	„
„	„	„ „	„ „	= 2,3	„	„

Der Zusatz von Chlornatrium bedingt also keinen Unterschied, wohl aber wird bei Gegenwart freien Alkalis etwas mehr Silberlösung verbraucht. Der Fehler liegt aber innerhalb der Fehlergrenze, kann also ausser Betracht bleiben. Er lässt sich auch nicht ausschalten, da Cyankalium selbst alkalisch reagirt, ein etwaiger Ueberschuss freien Alkalis also nicht erkannt werden kann.

Nachdem so die Bestimmungsmethoden der etwa von den Früchten aufzunehmenden Blausäure geprüft worden waren, und sich gezeigt hatte, dass die Verbindung ihrer Menge nach mit ziemlicher Genauigkeit ermittelt werden kann, wurde nunmehr zu den eigentlichen Versuchen geschritten.

Das Verhalten der Früchte gegenüber dem Blausäuregas.

Um überhaupt erst einmal festzustellen, ob die Blausäure in die Früchte einzudringen vermag, wurden unversehrte frische und ganz feste Pfirsiche, die gut reif waren, in den Apparat gebracht und nachdem die Gasentwicklung beendet war, 18 Stunden darin belassen. Als sie dann dem Gefäss entnommen wurden, zeigte sich schon bei äusserer Prüfung, dass sie tiefgreifende Veränderungen erlitten hatten. Die grüne und rothe Farbe war verschwunden und an deren Stelle war ein Farbenton getreten, der vollständig der im gewöhnlichen Leben als „pfirsichfarben“ bezeichneten Nüance entsprach. Die Früchte selbst waren sehr weich geworden und zeigten die Konsistenz, die man bei erfrorenen Pflanzentheilen beobachten kann. Die Oberhaut schob sich bei der Berührung faltig zusammen und riss beim Anfassen der Frucht. Einzelne Früchte zeigten an der Oberfläche Safttröpfchen, die wie Thautropfen aussahen und ebenfalls pfirsichfarben waren. Die Drahtfäden der Horde hatten sich in die Früchte eingedrückt und auf der Sohle des Apparates fanden sich mehrere ccm pfirsichfarbenen Fruchtsaftes. Die Früchte wurden zunächst $^1/_2$ Stunde lang in der freien Luft stehen gelassen und sollten dann untersucht werden. Da sich bei mehreren Personen, die die Früchte in Augenschein nahmen, Druck in der Augengegend, Kopfschmerzen und Uebelbefinden einstellte, auch ein deutlich wahrnehmbarer Geruch nach Blausäure sich bemerkbar machte, wurde zunächst ein physiologischer Versuch unternommen, indem eine der Früchte in ein Glas gelegt wurde, in dem 2 weisse, durchaus muntere Mäuse sich befanden. Es geschah dies in der Absicht, die Mäuse davon fressen zu lassen. Aber bereits nach wenigen Minuten zeigten sich bei den Thieren die typischen Erscheinungen der Blausäurevergiftung, ohne dass dieselben von dem Pfirsich gefressen hatten, und nach 10 Minuten verendete die eine, nach etwa 15 Minuten die zweite Maus. Die sofort nach dem Ableben vorgenommene Sektion und die chemische Prüfung des Blutes ergab als Todesursache eine Vergiftung mit Blausäure. Die Früchte waren also derart mit dem Gase durchsetzt, dass sie die umgebende Luft zu vergiften vermochten. 162 g von den Kernen befreites Fruchtfleisch wurden nun zerkleinert und der Destillation unterworfen (und zwar mit Wasserdampf). Das Destillat wurde in Kalilauge aufgefangen. Zur Titration wurden verbraucht 67 ccm $\frac{n}{10}$ Silberlösung, entsprechend 0,3618 g Blausäure. Daraus berechnet sich für 100 g der Früchte ein Gehalt von 0,223 g Blausäure. 127 g Fruchtfleisch wurden weiter auf ihren Gehalt an Blausäure untersucht, nachdem sie 24 Stunden lang an der Luft gelegen hatten. Die Früchte waren so weich geworden, dass sie sich gegenseitig flach drückten; die früher lebhaft pfirsichfarbene Nüance war verblasst. Das Destillat verbrauchte 23,65 ccm $\frac{n}{10}$ Silberlösung, die Fruchtmasse hatte danach bei der Destillation 0,1277 g Blausäure, entsprechend 0,100 % abgegeben.

Der erste Versuch hatte also gezeigt, dass Früchte bei der angegebenen Behandlung Blausäure aufzunehmen und in nicht unbeträchtlicher Menge längere Zeit auch festzuhalten vermögen. Es wurden nun weiter eine Anzahl von Pfirsichen und anderen Früchten auf dieses Verhalten hin untersucht. Die Ergebnisse sollen zunächst einmal, wie sie fortlaufend erhalten wurden, wiedergegeben werden.

Gewicht g	Zeit der Lüftung	Verbrauchte Silbernitratlösung	Blausäuregehalt g	Blausäuregehalt %	Bemerkungen
1) Pfirsiche. Lebhaft gefärbt, reif, fest und unversehrt. 2 Stunden in Blausäuregas. Beim Herausnehmen zeigt sich, dass die Farbe verblasst ist; eine Erweichung hat nicht stattgefunden.					
72	1/2 Stunde	44,65 ccm $\frac{n}{10}$	0,2411	0,335	Früchte fest und verblasst
63	24 „	12,55 „	0,0677	0,107	„ weich „ „
63	24 „	10,65 „	0,0575	0,091	„ „ „ „
58	48 „	5,20 „	0,0281	0,048	„ „ „ „
2) Pfirsiche. Lebhaft gefärbt, reif, fest und unversehrt. 1/2 Stunde Blausäure übergeleitet.					
112	1/2 Stunde	11,7 ccm $\frac{n}{10}$	0,0632	0,056	Früchte fest, Farbe unveränd.
89	24 „	4,15 „	0,0224	0,025	„ weich, Farbe fahl
90	48 „	2,50 „	0,0135	0,015	„ „ „ „
3) Pfirsiche. Behandelt wie im vorigen Versuch					
119	1/2 Stunde	13,75 ccm $\frac{n}{10}$	0,0742	0,062	Früchte fest, Farbe unveränd.
102	19 „	9,2 „	0,0496	0,048	„ weich, „ blass
52,5	48 „	2,05 „	0,0111	0,021	„ „ „ „
34	96 „	0,45 „	0,0024	0,007	„ „ „ „
4) Pflaumen. Blaue Pflaumen, reif, fest, unversehrt. 1/2 Stunde mit Blausäure behandelt.					
137	1/2 Stunde	9,45 ccm $\frac{n}{10}$	0,0510	0,037	Farbe und Konsistenz unverändert
81	42 „	0,95 „	0,0051	0,006	
102	66 „	0,90 „	0,0048	0,004	
105	90 „	0,90 „	0,0048	0,004	
5) Birnen. Unreife, harte Kochbirnen. 1/2 Stunde mit Blausäure behandelt.					
80	1/2 Stunde	2,95 ccm $\frac{n}{10}$	0,0159	0,019	Farbe und Konsistenz unverändert
79	48 „	0,75 „	0,0040	0,005	
6) Aepfel. Reife, weichschalige Aepfel, fest und unversehrt. Lebhaft gelb gefärbt, mit rothen Schmitzen. 24 Stunden mit Blausäure behandelt.					
91	1/2 Stunde	27,8 ccm $\frac{n}{10}$	0,1501	0,165	Die Aepfel sind weich geworden, die Farbe verblasst, Roth verschwunden.
65	24 „	17,2 „	0,0928	0,143	
80	48 „	12,4 „	0,0669	0,083	
75	72 „	6,05 „	0,0326	0,043	
70	96 „	5,30 „	0,0288	0,041	

Gewicht g	Zeit der Lüftung	Verbrauchte Silbernitratlösung	Blausäuregehalt g	Blausäuregehalt %	Bemerkungen
7) Aepfel. Reife, feste Gravensteiner, unversehrt, von schöner gelber Farbe. 1½ Stunde mit Blausäure behandelt.					
75	½ Stunde	1,45 ccm $\frac{n}{10}$	0,0078	0,01	Konsist. u. Farbe unveränd.
80	24 „	1,5 „	0,0081	0,01	Die Aepfel gleichen in Konsistenz und Farbe Bratäpfeln
48	48 „	0,55 „	0,0029	0,006	
82	6 Tage	0,3 „	0,0016	0,002	
8) Aepfel. Wie die vorigen. ½ Stunde mit Blausäure behandelt.					
70	½ Stunde	1,6 ccm $\frac{n}{10}$	0,0086	0,012	verhalten sich wie die vorigen Aepfel.
65	24 „	0,3 „	0,0016	0,002	
60	72 „	0,0063 Ag.	0,0016	0,002	
45	9 Tage	Blausäure im Destillat quantitativ nicht bestimmbar, qualitativ deutlich nachweisbar			

Wenn man die vorstehenden Tabellen betrachtet, so ergiebt sich zunächst einmal, dass alle zu den Versuchen benutzten Früchte Blausäure aufnehmen, auch wenn die Einwirkung derselben nur ½ Stunde dauert. Die grösste Menge wurde in den weichschaligen Pfirsichen gefunden; aber auch die durch ihre Wachshaut besser geschützten Aepfel, Birnen und Pflaumen liessen das Gas in ihr Inneres eindringen. Es sei noch besonders erwähnt, dass zu den Versuchen nur tadellose, ganz unversehrte Früchte benutzt wurden, und dass auch stets dafür Sorge getragen war, dass dieselben an ihrer Aussenseite ganz trocken waren. Es war somit das Gas, das vorher getrocknet worden war, nur mit der gleichfalls trockenen Aussenseite in Berührung gekommen und musste also, um in das Innere der Früchte zu gelangen, die Oberhaut durchdrungen haben. Bei diesem Eindringen nun scheint das Gas abtödtend auf den lebendigen Zellinhalt zu wirken; für diese Annahme spricht wenigstens der Umstand, dass die Früchte in ihrer Konsistenz eine so tiefgreifende Veränderung erlitten. Das auffallende Verhalten der Pfirsiche ist schon beschrieben worden; aber auch die Aepfel zeigten nach 24 Stunden ein ganz verändertes Aussehen. Während sie vor der Behandlung fest und prall waren, und wie Kontrollversuche zeigten, auch wochenlang blieben, wurden die mit Blausäure behandelten Früchte weich und runzlig; auch der Farbenton änderte sich vollständig in der Art, dass das frische Gelb in ein dunkles Braun überging. Dieser Wechsel in der Farbe begann zunächst an einigen Stellen, die aber keineswegs etwa einen Druck erlitten hatten, und schritt innerhalb eines halben Tages weiter fort. Er beschränkte sich nicht auf die Oberfläche, sondern ging auch durch das ganze Innere der Frucht vor sich, so dass schliesslich die Aepfel die Farbe und auch die sonstige Beschaffenheit eines Bratapfels zeigten. Die Früchte fielen förmlich zusammen, ein Zeichen, dass die Gewebespannung aufgehoben war. Wie schon erwähnt, hatten einzelne der Pfirsiche, die zu dem ersten Versuch gedient hatten, auf ihrer Oberfläche einige Safttröpfchen gezeigt, die eine Pfirsichfarbe hatten; ähnliches wurde auch späterhin bei einer Birnensorte beobachtet. Auch diese Erscheinung kann

wohl damit erklärt werden, dass der Turgor in den Zellen aufgehoben wird, indem nämlich zuerst die Oberhautzellen abgetödtet werden, während die tiefer liegenden Zellen noch ihre Spannung besitzen. Durch den dadurch ausgeübten Druck wurde der wässrige Inhalt der gefärbten Oberhautzellen dann theilweise herausgedrückt. Auffallend ist es, dass die Pflaumen und die unreifen Birnen, obwohl sie Blausäure aufgenommen hatten, in ihrer Beschaffenheit und in ihrem Aussehen keine Veränderung erlitten. Diese Beobachtung ist bezüglich der Pflaumen auch späterhin bestätigt worden, andere Birnensorten verhielten sich jedoch wie die übrigen Früchte.

Bei den Vorversuchen mit wässriger Cyankaliumlösung war in einem Falle das Cyankalium zu einem Birnenbrei zugesetzt worden, um zu sehen, ob dadurch Störungen bei der Uebertreibung der Blausäure verursacht würden. Es war dies nicht der Fall gewesen, vielmehr verlief die Destillation wie immer in der Art, dass die grösste Menge der Säure mit den ersten Antheilen überging, während die zweite Fraktion nur noch geringe Spuren enthielt. Die mit Blausäure behandelten Früchte verhielten sich nun aber ganz anders, indem zwar ein grosser Theil der Blausäure sich auch in den ersten Theilen des Destillats fand, der Rest aber nur ganz allmählich und zwar immer in kleinen Mengen überging. Als Beispiel seien einige besonders charakteristische Fälle aufgeführt.

1) Pfirsiche vom ersten Versuch.

162 g Fruchtfleisch mit Weinsäure angesäuert und mit Wasserdampf destillirt. Das Destillat wurde in verdünnter Kalilauge aufgefangen (ca. 5 ccm Wasser und 20—25 Tropfen Kalilauge); wenn etwa 30 ccm übergegangen waren, wurde die Vorlage gewechselt. Es verbrauchten

Fraktion		
1. Fraktion	= 50,0 ccm	$\frac{n}{10}$ Silberlösung
2. „	= 15,0 „	„
3. „	= 1,45 „	„
4. „	= 0,40 „	„
5. „	= 0,15 „	„
6. „	= 1 Tropfen	„

2) Pfirsiche vom Versuch 1 der Liste nach 24stündiger Lüftung. 63 g mit Weinsäure und Wasserdampf destillirt.

Fraktion		
1. Fraktion	= 10,2 ccm	$\frac{n}{10}$ Silberlösung
2. „	= 1,1 „	„
3. „	= 0,45 „	„
4. „	= 0,30 „	„
5. „	= 0,25 „	„
6. „	= 0,15 „	„
7. „	= 0,10 „	„
8. „	= 1 Tropfen	„

3) Am auffallendsten zeigte sich die Erscheinung bei einem Destillationsversuch mit Pfirsichen vom Versuch 2 der Liste. 89 g wurden mit Weinsäure und Wasserdampf destillirt. Es verbrauchten

Fraktion			Fraktion		
1. Fraktion	= 0,90 ccm	$\frac{n}{10}$ Silberlösung	7. Fraktion	= 0,20 ccm	$\frac{n}{10}$ Silberlösung
2 „	= 0,55 „	„	8. „	= 0,20 „	„
3. „	= 0,50 „	„	9. „	= 0,20 „	„
4. „	= 0,40 „	„	10. „	= 0,20 „	„
5. „	= 0,25 „	„	11. „	= 0,30 „	„
6. „	= 0,25 „	„	12. „	= 0,20 „	„

Der Versuch wurde dann unterbrochen und am folgenden Tage wieder fortgesetzt. 13. Fraktion = 1 Tropfen Silberlösung. Ein ähnliches Verhalten wurde auch bei Versuchen beobachtet, bei denen Schwefelsäure und direkte Destillation zur Anwendung kamen.

Dieses so gänzlich abweichende Verhalten der Blausäure liess die Vermuthung auftauchen, dass dieselbe in den Früchten nur zum Theil in freier Form verbleibe, zum andern Theil aber dort chemisch gebunden werde. Das zunächstliegende war der Gedanke, dass sie an Alkalien gebunden als Salz vorhanden sei; wenn man jedoch bedenkt, dass in den Früchten stets freie Säure vorhanden ist, so ist diese Möglichkeit als ausgeschlossen zu betrachten. Die Früchte enthalten aber andere Körper, welche die Fähigkeit besitzen, die Blausäure zu binden; es sind dies die verschiedenen Zuckerarten, welche als zur Gruppe der Aldehyde bezw. Ketone gehörig im Stande sind, Blausäure anzulagern und damit mehr oder weniger beständige Verbindungen — Cyanhydrine, die ja auch als Nitrile von Säuren aufgefasst werden können — zu bilden. Wie Kiliani[1]) nachgewiesen hat, entstehen nun die Cyanhydrine aus den Zuckern verhältnissmässig leicht, besonders das der Lävulose. Dieses bildet sich aus der Lävulose und wässriger Blausäure schon bei Zimmertemperatur nach mehrstündigem Stehen; da nun bei den Früchten, die mit Blausäure behandelt wurden, ähnliche Bedingungen gegeben sind, erscheint es wahrscheinlich, dass sich auch in ihnen diese Verbindung, daneben auch vielleicht das Cyanhydrin des Traubenzuckers bildet. Durch die Einwirkung verschiedener Körper, wie Metallhydroxyde, Silberoxyd u. a. wird das Lävulosecyanhydrin wieder gespalten, und diese Umwandlung tritt nach Kiliani auch, wenn auch nur in sehr geringem Maasse, ein, wenn man das Cyanhydrin mit rauchender Salzsäure behandelt, um die demselben entsprechende Säure herzustellen. Aehnlich, wenn auch langsamer, kann die vorhandene Weinsäure bezw. Schwefelsäure einwirken.

Ein Beweis für die Richtigkeit dieser Annahme kann mit Sicherheit nicht erbracht werden; die langsame Abgabe der Blausäure bei der Destillation spricht aber dafür, dass eine sich allmählich zersetzende Verbindung derselben vorliegt. Es sei schon hier erwähnt, dass späterhin noch eine andere Beobachtung beschrieben werden soll, die gleichfalls die Bindung der Blausäure an einen Aldehyd oder ein Keton wahrscheinlich macht.

Bei den Versuchen, die Destillate mit Silberlösung zu titriren, hatte sich eine Erscheinung gezeigt, die zuerst nicht beachtet worden war. Als die Flüssigkeiten in verschiedenen Fällen einige Zeit stehen blieben, konnte beobachtet werden, dass sie sich allmählich gelb bis gelbbraun und dunkelbraun färbten, mitunter sogar schwarz wurden. Niemals (mit einer Ausnahme) war dies der Fall bei den Flüssigkeiten, die die erste Fraktion der Destillation darstellten. Diese färbten sich entweder garnicht oder nahmen, wenn viel freies Alkali darin vorhanden war, höchstens eine schmutzigweisse, durch die Ausscheidung von Silberoxyd bedingte Färbung an. Mitunter verlief der Vorgang so, dass die Veränderung in der Färbung in wenigen Sekunden von milchig weisser Trübung durch hellgelb, dunkelgelb, gelbbraun, dunkelbraun in schwarz vor sich ging. Besonders deutlich war dies bei einer Apfelsorte der Fall, die bisher

[1]) Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft, XVIII, 3066.

nicht erwähnt worden ist. Es waren dies grosse, lebhaft grün und roth gefärbte Früchte, die 1/2 Stunde lang mit Blausäuregas behandelt worden waren. Dieselben ergaben von vornherein nur einen geringen Gehalt an Blausäure. Sie wurden in Papier eingewickelt mehrere Wochen lang im Eisschrank aufbewahrt und sollten in erster Linie dazu dienen, festzustellen, wie lange Blausäure von den Früchten festgehalten werden kann. Die Titration der Destillate dieser Aepfel verlief nur beim ersten Versuche, nach 1/2stündiger Lüftung, glatt; in allen anderen Fällen entstanden Schwierigkeiten. Es wurde deshalb in einzelnen Fällen die Bestimmung der Blausäure auf gewichtsanalytischem Wege (wie früher beschrieben) ausgeführt. Die Resultate, die erhalten wurden, sind folgende:

Gewicht g	Zeit der Lüftung	Verbrauchte Silbernitratlösung	Blausäuregehalt g	Blausäuregehalt %	Bemerkungen
97	1/2 Stunde	1,65 ccm $\frac{n}{10}$	0,0096	0,009	die Früchte sind unverändert
110	1 Tag	0,35 „	0,0017	0,002	bei der 3. Fraktion tritt Färbung ein
100	4 „	nicht titrirbar, weil sofort Färbung eintritt			
160	5 „	nicht titrirbar, Blausäure qualitativ nachweisbar			
197	6 „	0,0082 Ag.	0,0020	0,001	Früchte immer noch unverändert
135	11 „	0,0073 „	0,0018	0,001	
155	18 „	0,0064 „	0,0016	0,001	
145	28 „	0,0021 „	0,0005	—	

Wie aus der Zusammenstellung ersichtlich ist, war nach 4tägigem Liegen eine Bestimmung der Blausäure durch Titration unmöglich, weil sofort schon beim ersten Tropfen Silbernitrat Verfärbungen eintraten, die das Erkennen der Endreaktion unmöglich machten. Auch bei dem Versuch am 5. Tage gelang dies nicht, es konnte aber durch Prüfung der weiteren Fraktionen Blausäure durch die Berlinerblaureaktion deutlich nachgewiesen werden. Bei den übrigen Versuchen mit diesen Aepfeln wurde dann die Blausäure gewichtsanalytisch bestimmt und auch bei den noch zu beschreibenden Prüfungen mit anderen Früchten wurde dieses Verfahren beibehalten, mit Ausnahme der jeweilig ersten Bestimmung nach 1/2stündiger Lüftung.

Der Umstand, dass die bei der Titration beobachteten Schwierigkeiten besonders immer nach mehrtägigem Lagern der Früchte auftraten, spricht dafür, dass der die Farbenveränderung hervorrufende Körper erst nach einiger Zeit entsteht. Da Früchte, die nicht mit Blausäure behandelt wurden, die Erscheinung bei der Titration der Destillate nicht zeigten, muss die Entstehung des fraglichen Körpers auf die Einwirkung des Gases zurückgeführt werden. Die beschriebene Erscheinung machte, namentlich wenn sie in kurzer Zeit sich abspielte, den Eindruck einer Reduktion des Silbersalzes zu metallischem Silber; es kann daher angenommen werden, dass ein reduzirender Körper mit in das Destillat übergeht. Als solcher kommt wohl nur die aus der abgespaltenen Blausäure, dem Nitril der Ameisensäure, entstehende Ameisensäure in Betracht. Für diese Annahme spricht der Umstand, dass das Destillat, sobald es die „reduzirende" Wirkung zeigte, auch dann noch sauer reagirte, wenn Blausäure nicht mehr darin enthalten war. Zu wiederholten Malen wurde versucht, den reduzirenden Körper zu

isoliren; es gelang dies jedoch nicht; ebensowenig konnte Ameisensäure mit Sicherheit nachgewiesen werden, da die bekannten Reaktionen mit Quecksilberchlorid und Quecksilberoxyd negativ bezw. zweifelhaft ausfielen. Die Erscheinung zeigte sich nur bei Silberlösung und auch da nur, wenn diese zu dem alkalisch gemachten Destillat im Ueberschuss zutropfte; neutrale Silberlösung blieb unverändert, und wenn das Destillat direkt in Silberlösung oder mit Salpetersäure angesäuerte Silberlösung eingeleitet wurde, schied sich rein weisses Silbercyanid aus.

So interessant es auch gewesen wäre, über die Natur des die Farbenänderung hervorrufenden Körpers etwas genaueres zu erfahren, so wurden doch die diesbezüglichen Versuche nicht weiter fortgeführt, da dieselben zu weit von dem eigentlichen Ziel ablenkten.

Theils um die Versuche mit Früchten, da wo sie Lücken zeigten, zu ergänzen, theils aber, um die Angelegenheit von neuen Gesichtspunkten aus zu prüfen, wurde eine weitere Anzahl von Versuchen angestellt.

Auch deren Ergebnisse seien zunächst fortlaufend zusammengestellt.

Gewicht g	Zeit der Lüftung	Verbrauchtes Silber	Blausäuregehalt g	Blausäuregehalt %	Bemerkungen
	Pflaumen. Blaue Pflaumen, 20 Stunden mit Blausäure behandelt.				
95	½ Stunde	5,65 ccm $\frac{n}{10}$	0,0305	0,032	die Früchte sind in Farbe und Konsistenz unverändert.
70	24 „	0,0223 g	0,0056	0,008	
86	4 Tage	0,0176 „	0,0044	0,005	
83	7 „	0,0155 „	0,0039	0,004	
	Birnen. Reife, grün gefärbte Birnen. ½ Stunde mit Blausäure behandelt.				
65	½ Stunde	4,1 ccm $\frac{n}{10}$	0,0221	0,034	Farbe und Konsistenz unverändert.
54	48 „	0,0175 g	0,0044	0,008	Die Früchte sind ganz weich und braun geworden. Sie haben ein Aussehen, als ob sie sich im höchsten Grade der Fäulniss befänden.
70	5 Tage	0,0144 „	0,0038	0,005	
55	7 „	0,0121 „	0,0030	0,005	
	Birnen. Dieselben Birnen, 20 Stunden mit Blausäure behandelt.				
80	½ Stunde	2,8 ccm $\frac{n}{10}$	0,0151	0,019	Verhalten wie vorher.
115	5 Tage	0,0384 g	0,0096	0,008	
60	7 „	0,0106 „	0,0027	0,004	
	Citronen. Gesunde, feste und grosse Citronen, ½ Stunde mit Blausäure behandelt.				
100	½ Stunde	0,0104 g	0,0026	0,003	Farbe, Geruch und Konsistenz unverändert.
140	7 Tage	—	—	—	
—	14 „	—	—	—	
	Citronen. Dieselben Früchte wie oben, aber 20 Stunden mit Blausäure behandelt.				
100	½ Stunde	0,2770 g	0,0692	0,069	Farbe und Konsistenz unverändert; Geruch stark aromatisch.
115	14 Tage	0,0762 „	0,0190	0,016	Farbe unverändert; die Frucht ist ganz weich und stark aromatisch.
	Aepfel. Gravensteiner Aepfel von lebhaft gelber Farbe, fest. 10 Minuten mit Blausäure behandelt.				
110	½ Stunde	1,6 ccm $\frac{n}{10}$	0,0086	0,008	Unverändert.
80	5 Tage	nicht bestimmbare Mengen	—	—	Die Früchte zeigen braune Farbe, sind ganz weich und sehen aus, als ob sie verfault wären
118	14 „	nichts	—	—	

Durch diese zweite Zahlenreihe werden zunächst einmal die früheren Beobachtungen, dass nämlich alle Früchte die Blausäure, wenn sie nur in reichlicher Menge vorhanden ist, aufzunehmen vermögen, gestützt; auch Citronen, die doch durch eine dicke Schale geschützt sind, verhalten sich so. Bemerkenswerth ist, dass blaue Pflaumen, auch wenn sie 20 Stunden hindurch mit dem Gase in Berührung gewesen sind, sich in keiner Weise verändern, vielmehr ihre Farbe und Festigkeit beibehalten. Ferner zeigen die Tabellen weiter noch, dass Theile der Blausäure, wie auch schon früher beobachtet worden war, verhältnissmässig lange Zeit festgehalten werden.

Die Bestimmung der Blausäure ist bei diesen letzten Versuchen in den meisten Fällen auf gewichtsanalytischem Wege, durch Wägung des nach dem Glühen des erhaltenen Cyansilbers hinterbleibenden metallischen Silbers erfolgt; nur bei dem jedesmaligen ersten Versuch wurde sie durch Titration des alkalisch gemachten Destillats bestimmt, da sich dann störende Nebenerscheinungen noch nicht bemerkbar machten. Interessant ist es, dass auch bei den nur 10 Minuten lang mit dem Gase behandelten Aepfeln eine Aufnahme desselben stattgefunden hatte und dass bei der Untersuchung derselben nach 5 Tagen, als in dem mit Schwefelsäure übergetriebenen und in Silbernitrat aufgefangenen Destillat nur noch geringe Mengen Cyansilber sich ausschieden, die Verfärbung des in schwacher Kalilauge aufgefangenen Destillats beim Zusatz von $\frac{n}{10}$ Silbernitratlösung beobachtet werden konnte. Die Bildung des Körpers, der diese Erscheinung hervorruft, geht demnach in der Frucht auch dann vor sich, wenn die Blausäure nur kurze Zeit auf diese einwirkt, und von vornherein nur in geringem Maasse in der Frucht nachweisbar ist.

Gelegentlich der in der letzten Uebersicht zusammengestellten Versuche, sind noch eine Reihe von Untersuchungen vorgenommen worden, die zur Aufgabe hatten, näheres über das Schicksal und den Verbleib der von den Früchten aufgenommenen Blausäure festzustellen.

Schon bei dem ersten mit Pfirsichen angestellten Versuche, hatte sich, wie schon erwähnt, gezeigt, dass ein Theil der Blausäure als solche wieder abgegeben wird und zwar in Mengen, die hinreichen, um Mäuse in kurzer Zeit zu tödten. Da nun im Verlauf der weiteren Untersuchung gefunden worden war, dass mit der Zeitdauer der Gehalt der Früchte an Blausäure abnimmt, wurden einige Früchte in einem luftdicht schliessenden Gefässe in der Art aufbewahrt, dass die aus ihnen entweichende Blausäure eine Silberlösung durchstreichen musste. Zu diesem Zwecke wurden Birnen, Aepfel und Citronen, die mit dem Gase behandelt worden waren, in ein mit luftdicht schliessendem Deckel versehenes, einem Exsikkator ähnliches Gefäss gebracht, welches nahe am Boden und im Deckel mit je einem Tubus versehen war. Der untere Tubus wurde mit einem durchbohrten Kautschukstopfen versehen, welcher durch ein mit Gummischlauch und Quetschhahn versehenes Glasrohr der Luft Zutritt gewährte. Die obere Oeffnung trug gleichfalls einen durchbohrten Kautschukstopfen, durch den ein Glasrohr ging, welches mit einer Péligot'schen, mit angesäuerter Silbernitratlösung beschickten Röhre in Verbindung stand. Die gasförmig abgegebene Blausäure musste, um in's Freie zu gelangen, also zuvor die Silberlösung passiren. In gewissen Zeit-

abständen wurde der ganze Apparat mit einer Saugpumpe verbunden und nach Oeffnung des Quetschhahnverschlusses ein schwacher Luftstrom hindurchgesaugt. Das in der Röhre ausgeschiedene Cyansilber wurde gesammelt und durch Glühen in metallisches Silber übergeführt. Zum Schluss wurden dann die Früchte auf ihren etwaigen Gehalt an Blausäure untersucht.

1. Versuch. Rauhschalige Birnen, von grüner Farbe, 18 Stunden hindurch mit Blausäuregas behandelt. Farbe und Konsistenz zunächst unverändert. Nach halbstündigem Lüften lieferten durch Destillation 145 g derselben 0,0413 g Blausäure (7,65 ccm $\frac{n}{10}$ Silberlösung). 282 g der Früchte wurden in den Apparat gelegt. Nach 48 Stunden wird ein Luftstrom durchgesaugt. Zur Wägung kommen 0,0204 g Silber = 0,0051 g Blausäure; nach 24 Stunden wird wiederum Luft durchgesaugt; gewogenes Silber 0,0076 g = 0,0019 g Blausäure. Das Durchsaugen der Luft wird nun täglich wiederholt, bis nach 8 Tagen alles dabei gewonnene Cyansilber verarbeitet wird; gewogenes Silber 0,0208 g = 0,0052 g Blausäure. Es waren also innerhalb 11 Tagen gasförmig abgegeben worden 0,0122 g Blausäure. Da die Früchte sehr weich und braun geworden waren, wurden dieselben nach dieser Zeit der Destillation unterworfen. Das dabei gewonnene Cyansilber ergab 0,1991 g Silber, entsprechend 0,0498 g aus den Früchten noch abgeschiedener Blausäure. Bei Beginn des Versuches betrug der Gehalt 0,028%; 282 g enthielten demnach, vorausgesetzt, dass alle Früchte die Blausäure gleichmässig aufnehmen, 0,0789 g.

Gasförmig abgegeben wurden	0,0122 g	Blausäure
durch Destillation gewonnen wurden	0,0498 g	
zusammen	0,0620 g Blausäure.	

Es wurden also 78,6% der zu erwartenden Blausäure gefunden.

2. Versuch. Eine Citrone, 93 g schwer, fest und von schön gelber Farbe wird in den Exsikkator gebracht und entsprechend behandelt, wie die Birnen bei Versuch 1. Nach 6 Tagen wurden gewogen 0,1052 g Silber = 0,0263 g Blausäure; nach nochmals 8 Tagen 0,1215 g Silber = 0,0305 g Blausäure; es waren also gasförmig abgegeben worden 0,0568 g Blausäure. Die Citrone lieferte bei der Destillation noch 0,1063 g Silber = 0,0266 g Blausäure. Eine andere, 100 g schwere, nur eine halbe Stunde gelüftete Citrone hatte bei der Destillation geliefert 0,2770 g Silber = 0,0690 g Blausäure. Demnach hätten bei dem Versuch gefunden werden müssen 0,0642 g Blausäure. Es wurden aber gefunden:

in Gasform abgegeben	0,0568 g	Blausäure
durch Destillation abscheidbar	0,0266 g	
zusammen	0,0834 g Blausäure = 129,9% der zu erwartenden Menge.	

3. Versuch. Gravensteiner Aepfel, 18 Stunden mit Blausäure behandelt. Dieselben enthielten vor Beginn des Versuches 0,022% Blausäure. 170 g der Aepfel wurden in den Exsikkator gebracht. Zu wiederholtenmalen wird Luft durch den Exsikkator gesaugt; es gelingt jedoch nicht, gasförmige Blausäure in dem vorgelegten Silbernitrat aufzufangen. Nach 14tägigem Liegen wurden die Aepfel der Destillation unterworfen. Dabei wurden erhalten 0,0103 g Silber = 0 0026 g Blausäure. Die Aepfel sollten nach den Ergebnissen der ersten Bestimmung enthalten 0,0374 g Blausäure. Es wurden also gefunden nur 6,9% der zu erwartenden Menge.

Die Früchte verhielten sich demnach bezüglich der Abgabe der Blausäure in Gasform und überhaupt des Verbleibes der Blausäure sehr verschieden; während die Birnen und Citronen rund etwa 2 mal so viel Blausäure gasförmig abgaben, als sie festhielten, schieden die Aepfel garnichts aus. Die ersteren Früchte lieferten dann bei der Destillation noch erhebliche Mengen des Gases, so dass bei den Birnen $^4/_5$, bei den Citronen sogar etwa $^5/_4$ der überhaupt zu erwartenden Blausäuremenge gefunden wurde. Bei der Destillation der Aepfel konnte nur $^1/_7$ der Gesammtmenge erhalten werden. Da bei der beschriebenen Versuchsanordnung nun weder Blausäure entweichen, noch sonst verloren gehen konnte, musste sowohl von den Birnen, wie auch

namentlich von den Aepfeln ein Theil der Blausäure so gebunden werden, dass derselbe bei der Destillation mit Schwefelsäure sich der Auffindung entzog.

Schon aus den früheren Beobachtungen war der Schluss gezogen worden, dass es der in den Früchten enthaltene Zucker ist, der die Blausäure bindet und damit Cyanhydrine bildet. Es wurden nun noch einmal Versuche angestellt, um nachzuweisen, dass dem in der That so ist.

In dem Bittermandelwasser ist bekanntlich ebenfalls eine Verbindung eines Aldehyds mit Blausäure, das Benzaldehyd-Cyanhydrin, enthalten. Um bei der Bestimmung des Blausäuregehaltes im Bittermandelwasser durch Ausfällung mit Silbernitrat auch die in dieser Form vorhandene Blausäure zu finden, versetzt man die zu untersuchende Flüssigkeit mit Ammoniak und säuert darauf sofort mit Salpetersäure wieder an; durch diese kurze Einwirkung des Ammoniaks wird das Benzaldehyd-Cyanhydrin gespalten[1]). In ähnlicher Weise wurde versucht, die hypothetische Aldehyd- bezw. Keton-Cyanverbindung der mit Blausäure behandelten Früchte zu spalten. Es wurde dabei so verfahren, dass die Destillation der mit Schwefelsäure angesäuerten Masse unterbrochen wurde, sobald keine oder nur noch ganz geringe Mengen Blausäure übergingen. Der Kolbeninhalt wurde darauf auf etwa 30° abgekühlt, mit Ammoniak, in einigen Fällen mit Magnesiabrei, bis zur alkalischen Reaktion versetzt, sofort wieder mit Schwefelsäure angesäuert und von neuem der Destillation unterworfen. In der That gelang es so, nochmals Blausäure überzutreiben, die gleichfalls wieder in Silbernitratlösung aufgefangen wurde. Die eben beschriebenen Versuche sind bei einer Reihe von Früchten ausgeführt worden, die in den früheren Tabellen schon Berücksichtigung gefunden haben. Die in Folge der Behandlung mit Ammoniak bezw. Magnesia erhaltenen Blausäuremengen sind darin noch nicht mit aufgeführt; sie seien nachstehend wiedergegeben.

Aepfel. Gravensteiner Aepfel, die ½ Stunde mit Blausäuregas behandelt worden waren. Nach 3tägiger Lüftung hatten 60 g derselben, mit verdünnter Schwefelsäure angesäuert, bei der Destillation geliefert: 0,0063 g Silber = 0,0016 g Blausäure = 0,0026 %. 85 g derselben Aepfel wurden ganz kurze Zeit in Breiform mit Ammoniak alkalisch gemacht, dann mit Schwefelsäure angesäuert und destillirt; es wurden erhalten 0,0107 g Silber = 0,0026 g Blausäure = 0,003 %.

Aepfel. Es wurden die Gravensteiner Aepfel benutzt, welche zu dem vorher beschriebenen Exsikkator-Versuch gedient hatten. Dieselben hatten bei der Destillation aus saurer Lösung ergeben 0,0103 g Silber = 0,0026 g Blausäure. Nach der Ammoniakbehandlung wurden noch erhalten 0,0488 g Silber = 0,0122 g Blausäure. Die Aepfel wogen 170 g und hatten nach der, nach halbstündigem Lüften ausgeführten Bestimmung enthalten = 0,0374 g Blausäure. Addirt man die nach 14tägigem Liegen erhaltenen Mengen, nämlich

0,0026 g Blausäure aus saurer Lösung, und
0,0122 g „ nach der Ammoniakbehandlung,

so erhält man 0,0148 g Blausäure, d. h. aus den Früchten konnten nach 14tägigem Liegen 39,5 % der zu erwartenden Blausäuremengen abgeschieden werden. (Aus saurer Lösung nur 6,9 %).

Aepfel. Gravensteiner Aepfel, 10 Minuten mit Blausäure behandelt. Nach 5tägiger Lüftung aus saurer Lösung destillirt. Es entsteht so wenig Cyansilber in der Vorlage, dass es quantitativ nicht mehr bestimmbar ist. Nach der Ammoniakbehandlung wurden noch gefunden 0,0057 g Silber = 0,0014 g Blausäure. Diese Menge wurde erhalten aus 80 g der Aepfel; der Prozentgehalt berechnet sich danach auf 0,002 %. (Die Früchte enthielten gleich nach der Behandlung 0,008 %).

---

[1]) E. Schmidt, Lehrbuch der Pharmazeut. Chemie, Dritte Auflage, II, S. 684.

Aepfel. Ein Apfel, seinerzeit ½ Stunde lang mit Blausäure behandelt, dann in Papier gewickelt 28 Tage lang im Eisschrank aufbewahrt. Gewicht 145 g. Aus saurer Lösung wurden bei der Destillation erhalten 0,0021 g Silber = 0,0005 g Blausäure; nach der Ammoniakbehandlung wurden gefunden 0,0161 g Silber = 0,004 g Blausäure. Die Aepfel hatten seinerzeit nach halbstündiger Lüftung abgegeben 0,009% Blausäure; nach 28 Tagen konnten noch abgeschieden werden 0,003% d. h. also ⅓ des ursprünglichen Gehaltes.

Aepfel. Gravensteiner Aepfel, 10 Minuten mit Blausäure behandelt. Untersucht nach 14tägiger Lüftung. 118 g gaben bei der Destillation aus saurer Lösung nichts ab. Mit Magnesia (an Stelle des Ammoniaks) behandelt, lieferten sie 0,0093 g Silber = 0,0024 g Blausäure. Da die Früchte anfänglich 0,008% Blausäure enthielten, konnte also noch nach 14 Tagen ¼ dieser Menge nachgewiesen werden.

Citronen. Citrone, die 20 Stunden mit Blausäure behandelt worden war; nach 14tägigem Liegen an freier Luft aus saurer Lösung destillirt Es wurden von 115 g Fruchtfleisch erhalten 0,0762 g Silber = 0,0190 g Blausäure. Nach der Behandlung mit Magnesia wurden nochmals gefunden 0,0984 g Silber = 0,0246 g Blausäure, also mehr als bei der sauren Destillation. Zusammen wurden erhalten 0,0436 g = 0,038% Blausäure. Nach halbstündigem Lüften hatten die Früchte enthalten 0,069%; 14 Tage später also wurde noch mehr als die Hälfte wieder gefunden.

Citronen. Zum Versuche diente die 20 Stunden mit Blausäure behandelte, im Exsikkator 14 Tage hindurch aufbewahrte Citrone. Dieselbe, 93 g schwer, hatte mit Schwefelsäure destillirt 0,1063 g Silber = 0,0266 g Blausäure geliefert; nach der Behandlung mit Magnesia wurden noch gewonnen 0,0998 g Silber = 0,0249 g Blausäure, zusammen also 0,0515 g Blausäure. Die Citrone sollte nach den Ergebnissen der ersten Bestimmung enthalten 0,069% Blausäure, enthielt aber in Wirklichkeit mehr (vgl. die Exsikkatoren-Versuche). Jedenfalls war ein beträchtlicher Theil der gesammten Blausäure, die seinerzeit die Frucht aufgenommen hatte, noch nach 14 Tagen in derselben enthalten, nämlich von 0,1083 g noch 0,0515 g, also rund die Hälfte.

Nach diesen Ergebnissen kann nunmehr wohl mit Sicherheit behauptet werden, dass in den Früchten ein Theil der Blausäure, die sie aufgenommen haben, in Form eines Cyanhydrins zurückgehalten wird; wahrscheinlich ist es der Zucker, der die Blausäure bindet. Diese Anschauung dürfte noch eine weitere Stütze finden durch die Ergebnisse folgender Versuche: Eine Rohrzuckerlösung wurde mit etwas Weinsäure versetzt und durch Erhitzen im Wasserbade invertirt. Die Lösung reagirte ganz schwach sauer. Je 10 ccm dieser Zuckerlösung wurden mit 20 ccm einer Cyankalilösung versetzt und dann 3 Tropfen verdünnter Schwefelsäure zugegeben, um die Blausäure frei zu machen. Die Kolben, welche die Mischung enthielten, wurden mit gut schliessenden Stopfen verschlossen und einige Zeit der Ruhe überlassen. Der Inhalt wurde alsdann entweder sofort, oder nachdem er kurze Zeit mit Kalilauge alkalisch gemacht, dann wieder angesäuert worden war, destillirt.

Die Ergebnisse dieser Versuche sind in der folgenden Uebersicht zusammengestellt.

20 ccm Cyankalilösung verbrauchten 6,35 ccm $\frac{n}{10}$ Silberlösung.

20 ccm Cyankalilösung mit 10 ccm Zuckerlösung; sauer, dann alkalisch gemacht, verbrauchten	6,20 ccm $\frac{n}{10}$ Silberlösung.
20 ccm Cyankalilösung mit 10 ccm Zuckerlösung; sauer, dann alkalisch gemacht, verbrauchten	6,30 „ „
20 ccm Cyankalilösung mit 10 ccm Zuckerlösung; angesäuert und sofort destillirt; Destillat verbraucht	5,65 „ „
20 ccm Cyankalilösung mit 10 ccm Zuckerlösung; angesäuert und nach einstündigem Stehen destillirt; Destillat verbraucht	1,90 „ „
20 ccm Cyankalilösung mit 10 ccm Zuckerlösung; angesäuert und nach 22 Stunden destillirt; Destillat verbraucht	1,85 „ „

20 ccm Cyankalilösung mit 10 ccm Zuckerlösung; angesäuert, nach 1½ Stunden alkalisch gemacht, kurz erwärmt, dann wieder angesäuert und destillirt; Destillat verbraucht . . . . 2,00 ccm $\frac{n}{10}$ Silberlösung
20 ccm Cyankalilösung mit 10 ccm Zuckerlösung; angesäuert, nach 22 Stunden behandelt wie vorher; Destillat verbraucht . . . . . 1,95 „ „
Der letzte Versuch wiederholt. Destillat verbraucht . . . . 1,80 „ „

Während also in der angesäuerten, dann wieder alkalisch gemachten Mischung von Cyankalium- und Zuckerlösung bei sofortiger Titration vor der Destillation fast genau die angewendete Cyankaliummenge wiedergefunden wird, ist dies nicht mehr der Fall, wenn man das angesäuerte Gemisch destillirt; die Erwärmung scheint demnach auf eine Bindung der Blausäure an den Zucker fördernd, bezw. auf die Spaltbarkeit der entstehenden Verbindung hemmend einzuwirken. Hat die Zuckerlösung mit der freigemachten Blausäure erst einige Zeit gestanden, so ist durch Destillation nachweisbare Blausäure nur noch zu etwa ⅓ vorhanden; die übrigen ⅔ müssen an den Zucker gebunden sein. Diese Bindung scheint schon nach kurzer Zeit vor sich zu gehen und ist durch Einwirkung von Kalilauge nicht wieder aufzuheben. Die übereinstimmenden Resultate bei der Titration der Destillate zeigen, dass Verluste durch Entweichen der gasförmigen Blausäure nicht entstehen. Interessant ist, dass auch bei diesen Versuchen die Verfärbung eintrat, und auch hier erst wieder bei der zweiten Fraktion. Die Farbentöne sind allerdings sehr viel schwächer, immerhin aber spricht das Verhalten der Destillate dafür, dass die Entstehung der „reduzirenden" Substanz auf die Einwirkung der Blausäure zurückzuführen ist.

Bei einer zweiten Reihe von Versuchen wurde an Stelle der Invertzuckerlösung eine Lösung von Dextrose verwendet und zur Spaltung statt Kalilauge Ammoniak bezw. Magnesia benutzt. In Kolben, die mit gut schliessenden Korken versehen waren, wurde eine wässrige Lösung von Dextrose und Cyankaliumlösung gebracht. Zu dem Gemisch wurde dann Schwefelsäure bis zur deutlich sauren Reaktion hinzugesetzt, um die Blausäure freizumachen. Nach einer gewissen Zeit wurde dann der Kolbeninhalt der Destillation unterworfen und die Blausäure, die dabei überging, im Destillat durch Titration mit $\frac{n}{10}$ Silberlösung bestimmt. Versuche, die mit 5%iger Dextroselösung angestellt wurden, ergaben keine hinreichenden Resultate, da fast die gesammte zugesetzte Blausäure im Destillat wiedergefunden wurde; eine Addition hatte also, wahrscheinlich weil die Lösungen zu verdünnt waren, nicht stattgefunden. Als jedoch die Zuckerlösung etwa 30% Dextrose enthielt, erfolgte die Blausäureanlagerung.

Zu jedem Versuche wurden 10 ccm der 30%igen Dextroselösung mit 10 ccm einer Cyankaliumlösung zusammengebracht, welche etwa 2% Cyankalium enthielt. Die 10 ccm dieser Lösung verbrauchten bei der Titration 37,5 ccm $\frac{n}{10}$ Silbernitratlösung. Zum Freimachen der Blausäure wurden 2 ccm verdünnter Schwefelsäure zugesetzt. Eine dieser Mischungen wurde nach etwa 10 Minuten langem Stehen destillirt; das Destillat wurde in verdünnter Kalilauge in Fraktionen von etwa 5 ccm aufgefangen. Zur Titration verbrauchten

Fraktion	1	18,5 ccm	$\frac{n}{10}$ Silberlösung
„	2	1,1 „	„
„	3	0,2 „	„

Nachdem der Kolbeninhalt abgekühlt war, wurde er mit Magnesiamilch bis zur alkalischen

Reaktion versetzt und dann mit Schwefelsäure angesäuert. Es wurden dann wieder Fraktionen von 5 ccm abdestillirt; diese verbrauchten

Fraktion 1 2,7 ccm $\frac{n}{10}$ Silberlösung
„ 2 0,2 „ „
„ 3 0,05 „ „

Eine gleiche Mischung blieb 2½ Stunden stehen und wurde dann in gleicher Weise untersucht.

a) mit Schwefelsäure angesäuert; Fraktion 1 verbrauchte 30,2 ccm $\frac{n}{10}$ Silberlösung
„ „ „ „ 2 „ 0,5 „ „
„ „ „ „ 3 „ 0,2 „ „
b) mit Magnesia behandelt „ 4 „ 1,4 „ „
„ „ „ „ 5 „ 0,05 „ „

Der gleiche Versuch wurde mit einer Mischung ausgeführt, die 22 Stunden gestanden hatte und lieferte folgende Zahlen:

a) mit Schwefelsäure angesäuert; Fraktion 1 verbrauchte 26,75 ccm $\frac{n}{10}$ Silberlösung
„ „ „ „ 2 „ 0,55 „ „
„ „ „ „ 3 „ 0,25 „ „
„ „ „ „ 4 „ 0,30 „ „
b) mit Magnesia behandelt „ 5 „ 4,50 „ „
„ „ „ „ 6 „ 0,30 „ „
„ „ „ „ 7 „ 0,05 „ „

Bei einer zweiten Versuchsreihe wurde unter sonst gleichen Verhältnissen an Stelle der Schwefelsäure Weinsäure benutzt. Dabei zeigten sich ähnliche Verhältnisse, wie sie seinerzeit bei der Untersuchung der ersten Pfirsiche beobachtet worden waren; die Blausäure geht nämlich dann in der Art über, dass sich die Gesammtmenge auf eine grössere Menge Destillat vertheilt, während bei Benutzung von Schwefelsäure fast alle Blausäure sich in den ersten Antheilen des Destillats findet.

10 ccm Zuckerlösung und 10 ccm Cyankaliumlösung wurden mit Weinsäure angesäuert und nach 3½ Stunde der Destillation unterworfen.

Fraktion 1 verbraucht 18,5 ccm $\frac{n}{10}$ Silberlösung
„ 2 „ 5,8 „ „
„ 3 „ 2,7 „ „
„ 4 „ 0,9 „ „
„ 5 „ 0,3 „ „

Nach Behandlung mit Ammoniak geht keine Blausäure mehr über.

Eine gleiche Mischung wurde nach 23stündigem Stehen untersucht.

Fraktion 1 verbraucht 14,2 ccm $\frac{n}{10}$ Silberlösung
„ 2 „ 6,7 „ „
„ 3 „ 3,2 „ „
„ 4 „ 1,7 „ „
„ 5 „ 0,8 „ „
„ 6 „ 0,75 „ „

Nach Behandlung mit Magnesia hat

Fraktion 7 verbraucht 0,4 ccm $\frac{n}{10}$ Silberlösung
„ 8 „ 0,2 „ „
„ 9 „ 0,05 „ „

Die Ergebnisse der Versuche lassen sich dahin zusammenfassen, dass die Dextrose und ebenso wohl auch Lävulose in der That Blausäure anlagert, da die hinzugefügte Menge Blausäure durch Destillation nicht wiedergewonnen werden kann, im freien Zustande also nicht mehr vorhanden ist. (Dass beim Stehen aus den verkorkten Kolben keine Blausäure entweicht, ist, wie besonders bemerkt werden soll, durch eine

besondere Versuchsreihe nachgewiesen; auch beim Oeffnen der Kolben u. s. w. geht nur sehr wenig Blausäure verloren.) Unter dem Einfluss der Schwefelsäure scheint beim Erwärmen die Verbindung zu zerfallen und zwar in der Weise, dass anfänglich das Cyanhydrin stärker, zum Schluss weniger zersetzt wird. Weinsäure zersetzt es langsamer, aber auch nicht vollkommen. Der Rest des Cyanhydrins wird durch Alkali (Magnesia oder Ammoniak) gespalten, so dass nach der Behandlung damit neue Blausäuremengen übergehen. Der Umstand, dass in keinem Falle nach der Behandlung die noch zu erwartende Blausäuremenge gefunden wurde, kann vielleicht darauf zurückgeführt werden, dass das Alkali einen Theil der aus dem Cyanhydrin abgespaltenen Blausäure verseift und so dem Nachweis entzieht. Um für die quantitative Wiedergewinnung der Blausäure die geeignetsten Arbeitsbedingungen zu finden, würde es nöthig sein, umfassendere Versuche auszuführen. Da jedoch durch die wenigen Versuche die Richtigkeit der ausgesprochenen Annahme, Zucker lagere in den Früchten einen Theil der aufgenommenen Blausäure an, erwiesen zu sein scheint, wurde von der weiteren Bearbeitung der interessanten Frage Abstand genommen.

Versuche, die Konservirung der Früchte durch Blausäuregas betreffend.

Nachdem durch die bisher beschriebenen Untersuchungen festgestellt worden war, dass frische Früchte in der That im Stande sind, gasförmig auf sie einwirkende Blausäure aufzunehmen und in höherem oder geringerem Grade längere Zeit festzuhalten, kam es noch darauf an, zu prüfen, ob das in dem Eingangs erwähnten Berichte beschriebene Verfahren überhaupt geeignet ist, den günstigen Einfluss auf die Haltbarmachung der Früchte auszuüben, der ihm zugeschrieben wird. Wie schon ausgesprochen worden ist, erscheint dies zweifelhaft, und diese Anschauung erfährt eine weitere Stütze durch die Erfahrungen, welche bei Ausführung der zu beschreibenden Versuche gemacht worden sind.

Die gasförmige Blausäure vermag auf pflanzliche Gebilde abtödtend einzuwirken, indem sie anscheinend die Lebensfähigkeit des Protoplasmas vernichtet; dabei wirkt eine das Plasma umgebende Hülle nicht schützend, weil das Gas durch dieselbe hindurchdringt. Da auch die Pilzsporen protoplasmatische Gebilde sind, die von einer Membran umgeben werden, so müssen auch diese der Einwirkung des Gases unterliegen. Wie aber die bei der Baumräucherung in Wirklichkeit gesammelten Erfahrungen zeigen, übt eine verdünnte Blausäureatmosphäre auf pflanzliche Gebilde keinen Einfluss aus, es werden durch dieselbe also auch Pilzsporen, die überdies sich durch eine besondere Widerstandsfähigkeit auszeichnen, nicht abgetödtet werden. Zu diesem Zwecke müsste ein an Blausäure reicheres Luft-Gasgemisch zur Anwendung kommen, welches, wie wiederum die praktischen Erfahrungen bei der Behandlung der Bäume und die von Mengarini beschriebenenen Versuche zeigen, von verderblicher Einwirkung auf die den Pilzsporen als Unterlage und Nährboden dienenden Pflanzentheile ist. Dazu kommt, dass, wenn wirklich eine nur 0,3% Blausäure enthaltende Luft im Stande sein sollte, Pilzsporen abzutödten, damit noch keineswegs eine Gewähr für die Haltbarkeit der so behandelten Früchte gegeben ist. Nach der Beschreibung

wurden bei den in Australien angestellten Versuchen die Früchte in ihren Versandtkisten mit der Blausäure behandelt, dann herausgenommen, in Papier gewickelt und auf Eis, bezw. in Kühlräume gebracht; bei diesen Handhabungen ist nun den in der Luft schwebenden Schimmelsporen reichlich Gelegenheit geboten, sich auf diesen wieder festzusetzen und bei günstiger Gelegenheit weiter zu entwickeln, zumal das die Arbeiten ausführende Arbeiterpersonal wohl kaum unter besonderen Vorsichtsmassregeln arbeiten dürfte. Auch die auf den Früchten schon befindlichen Sporen können kaum alle abgetödtet werden, da die Blausäure nicht an alle Stellen in genügendem Maasse gelangen kann, so z. B. nicht dorthin, wo die jedenfalls doch enggepackten Früchte sich gegenseitig berühren.

Wenn bei den australischen Versuchen trotzdem günstige Erfahrungen gemacht worden sind, so dürfte dies in erster Linie wohl auf die Verwendung tadelloser Früchte, dann aber auch auf den günstigen Einfluss der niederen Temperatur zurückzuführen sein, welche die Entwicklung der anhaftenden Pilzsporen hintanhält. Unter günstigen Verhältnissen hätten sich diese letzteren jedenfalls bald als keimungsfähig erwiesen, es sei denn, dass ihr Nährboden selbst Blausäure enthalten hätte, wodurch aber die Früchte selbst verändert und zum Verkauf untauglich gemacht worden wären. In der That ist bei den zahlreichen, im Laboratorium des Kaiserlichen Gesundheitsamtes angestellten Versuchen mit einer Ausnahme stets beobachtet worden, dass sich Schimmelkulturen oder Faulstellen auf den mit dem Gase behandelten Früchten nicht entwickelten, obwohl diese tagelang offen an der Luft lagen. Diese enthielten aber eben Blausäure, waren jedoch auch in ihrer Farbe und sonstigen Beschaffenheit vollständig verändert worden. In dem erwähnten einen Falle handelte es sich um einen Apfel, der $^1/_2$ Stunde hindurch mit Blausäure behandelt und dann in Papier gewickelt im Eisschrank aufbewahrt worden war. Derselbe zeigte eine kleine Druckstelle, die sich im Laufe der Zeit zu einem braungefärbten, weichen Faulfleck umwandelte.

Bei dem Mangel näherer Angaben über die Bedingungen, unter denen die australischen Versuche angestellt worden sind, musste auf sonstige in der Litteratur zu findende Beschreibungen über die Behandlung von Früchten mit Blausäure zurückgegriffen werden. Nach der zu Anfang erwähnten, von Mengarini besprochenen australischen Verordnung, betr. die Räucherung der eingeführten Früchte zum Zwecke der Insektentödtung werden auf einen Raum von je 5 cbm Inhalt 35 g Cyankalium, 150 g Schwefelsäure, 300 ccm Wasser verwendet. Unter Innehaltung dieser Verhältnisse wurden nun Pfirsiche und Aepfel in einem Zinkblechkasten eine Stunde lang mit Blausäure behandelt. Der zu dem Versuche dienende Kasten war an den Kanten luftdicht verlöthet und trug einen Deckel, welcher mit seinem Rande in eine, den Kasten umziehende Rinne eingriff. Diese Rinne wurde mit flüssigem Paraffin gefüllt, so dass auch hier der Verschluss gasdicht war. Der Inhalt des Kastens betrug 120 l. Die Früchte wurden auf ein Gestell in dem Kasten gelegt, und auf dem Boden wurde eine Schale aufgestellt, in welche, dem Fassungsvermögen des Kastens entsprechend, 0,84 g Cyankalium gebracht wurden. Gleichzeitig kam noch in den Kasten ein eine Reinkultur von blauem Schimmel tragendes Brodstückchen hinein, welches, um dem Gase möglichst viel Zutritt zu gewähren, auf einen dünnen Draht aufgespiesst worden war. Der Schimmel

stammte von einem Pfirsich her, und war auf sterilisirtem Brod gezüchtet worden; der Pilz zeigte zur Zeit des Versuches eine üppige Sporenbildung. Auch auf einem der zum Versuche dienenden Pfirsiche zeigte sich ein kleines Häufchen desselben oder eines ähnlichen blauen Schimmels. Als der Apparat so beschickt war, wurde auf das Cyankalium ein Gemisch von 3,6 g Schwefelsäure und 7,2 g Wasser aufgegossen und der Deckel aufgesetzt. Nach einer Stunde wurde der Kasten geöffnet; die Pilzkultur und der den Schimmel tragende Pfirsich wurden sofort entnommen, um zu Züchtungsversuchen, die weiter unten beschrieben werden sollen, verwendet zu werden. Die übrigen Früchte wurden nach ihrer Entnahme noch eine halbe Stunde gelüftet und dann auf einen etwaigen Blausäuregehalt untersucht. Dabei zeigte sich, dass die Aepfel keine Blausäure enthielten, wohl aber die Pfirsiche. Das übergehende Destillat erzeugte im vorgelegten Silbernitrat eine Trübung von Cyansilber, die allerdings so gering war, dass eine quantitative Bestimmung nicht ausgeführt werden konnte; immerhin genügte die Menge aber doch, um die Gegenwart von Blausäure zweifellos nachzuweisen. Es geschah dies in der Weise, dass der gesammte Inhalt der Vorlage mit Schwefelsäure angesäuert und der Destillation unterworfen wurde; das Destillat wurde in ganz schwacher Kalilauge aufgefangen. Mit Eisenoxyduloxydsalz und Salzsäure versetzt nahm es eine blaue Farbe an, ein Beweis, dass sich aus dem vorhandenen Blausäuregas Berlinerblau gebildet hatte. Die übrig gebliebenen Pfirsiche und Aepfel wurden dann nach 24 und 48 Stunden nochmals untersucht, enthielten aber keine Blausäure mehr, die auch nach der Behandlung des Destillationsgemisches mit Magnesiamilch nicht nachgewiesen werden konnte. Die Früchte selbst waren in ihrer Farbe und Konsistenz durch die Behandlung mit der Blausäure nicht beeinflusst worden, und zeigten auch nach mehrtägigem Liegen keinerlei Veränderung.

Die der Einwirkung gleichfalls ausgesetzten Schimmelkulturen wurden nun zu Züchtungsversuchen benutzt, um zu sehen, ob die darin enthaltenen Sporen durch die Blausäure abgetödtet seien. Als Nährboden diente eine wässerige Pflaumenabkochung, welche sich in flacher Schicht in Erlenmeyerkolben befand und zuvor durch mehrmaliges einstündiges Erhitzen keimfrei gemacht worden war. Unter den gebotenen Vorsichtsmassregeln wurde von dem Pfirsiche und von der Brod-Reinkultur etwas auf den Nährboden gebracht. Die Kolben wurden mit steriler Watte verschlossen und in einen Raum gestellt, der etwa 25° warm war. Ein weiterer Kolben enthielt nur Nährflüssigkeit und ein vierter war mit einem Stückchen der nicht mit Blausäure behandelten Reinkultur beschickt worden. In einen letzten Kolben endlich war ein Stückchen Brod gelegt worden, welches gleichfalls üppiges Pilzwachsthum zeigte und auch der Reinkultur entstammte. Dasselbe war auch mit Blausäure behandelt worden, aber in der Art, dass durch das Glasgefäss in dem es sich bei dem Versuche befand, ein Luftstrom durchgeschickt worden war, der etwa zur Hälfte aus Blausäure bestand, also unter Verhältnissen, wie auch die Früchte bei den Versuchen mit Blausäure behandelt worden waren. Die Einwirkung auf die Schimmelsporen hatte eine halbe Stunde gedauert, danach war durch ein steriles Wattefilter ein kräftiger Luftstrom darüber geleitet worden, um alle gasförmige Blausäure zu vertreiben.

Schon am Ende der Behandlung hatte sich dem Auge eine Veränderung dieser

letzten Kultur bemerkbar gemacht, indem nämlich das vorher trockene Stückchen feucht geworden war, und die blaugrüne Farbe sich in ein dunkles Schwarzgrün umgewandelt hatte. Da der Blausäure-Luftstrom vorher getrocknet worden war, konnte die Feuchtigkeit nur von dem in Folge der Blausäureeinwirkung ausgetretenen Zellinhalt herrühren. Es zeigte sich hier also eine ähnliche Erscheinung, wie sie bei dem Austreten von Safttröpfchen aus den Pfirsichen und Birnen beobachtet worden war.

Nachdem die 5 Kulturkolben einige Tage gestanden hatten, boten dieselben folgendes Bild:

1. Kolben ohne Schimmelkultur, nur die Nährflüssigkeit enthaltend: kein Wachsthum.
2. Kolben mit Schimmelkultur, die nicht mit Blausäure behandelt war: Die Sporen waren zu neuen Organismen ausgewachsen, die ihrerseits schon wieder Sporen bildeten;
3. Kolben mit Schimmelkultur, die 1 Stunde lang mit 0,3%iger Blausäure behandelt war: wie bei 2;
4. Kolben mit der dem Pfirsich entstammenden Schimmelkultur, die 1 Stunde lang mit 0,3%iger Blausäure behandelt war: wie bei 2;
5. Kolben mit Schimmelkultur, die ½ Stunde lang im konzentrirten Blausäurestrom gewesen war: es zeigt sich kein Wachsthum.

Nach 8 Tagen zeigten Kolben 2, 3 und 4 einen üppigen Pilzrasen, der reichlich die blaugrünen Sporen trug. Kolben 1 und 5 enthielten keine Kolonien. Bemerkt sei noch, dass fremde Vegetationen in keinem der Kolben bemerkbar waren.

Um nachzuweisen, dass die Früchte bei einer einstündigen Behandlung mit 0,3%iger Blausäure keineswegs steril werden, vielmehr für Pilzsporen eine gleich gute Unterlage für die Entwicklung abgeben, wie die nicht mit Blausäure behandelten Früchte, wurde ein Pfirsich mit einer Spur der auf Brod gezüchteten Reinkultur geimpft, nachdem die Frucht zuvor die beschriebene Räucherung durchgemacht hatte. Auch in diesem Falle entwickelten sich die Sporen auf den Impfstellen zu neuen Organismen und nach etwa 8 Tagen zeigte die im Exsikkator aufbewahrte Frucht üppiges Wachsthum der Pilzkolonien, die zuerst nur aus der blauen Penicillium-Art bestanden, später aber durch eine Mucor-Art überwuchert wurden.

Aus den eben beschriebenen Versuchen ergiebt sich also, dass allerdings Schimmelsporen durch gasförmige Blausäure vernichtet werden, dass dies aber nur der Fall ist, wenn das Gas in konzentrirter Form einwirkt; eine Blausäureatmosphäre, wie sie ohne den Früchten selbst zu schaden, angewendet werden kann, ist dazu nicht im Stande.

Schlussfolgerungen.

Die Gesammt-Ergebnisse der Arbeit lassen sich dahin zusammenfassen, dass

1. alle Früchte im Stande sind, gasförmige Blausäure aufzunehmen;
2. dass die aufgenommene Blausäure nur zum Theil wieder abgegeben wird, zum anderen Theil aber in den Früchten verbleibt, und zwar sehr wahrscheinlich an Zucker gebunden wird;

3. dass grosse Blausäuremengen abtödtend auf die meisten Früchte (Pflaumen ausgenommen) einwirken und sie in Farbe und Konsistenz so verändern, dass sie unverkäuflich werden;
4. dass dem australischen Verfahren, Früchte durch Behandlung mit gasförmiger Blausäure vor dem Schimmeln und der Fäulniss zu schützen, eine Bedeutung nicht zukommt, weil eine Blausäureatmosphäre, wie sie, ohne die Frucht selbst zu schädigen, zur Anwendung gelangen kann, die Pilzsporen nicht tödtet;
5. dass das Verfahren als nicht unbedenklich bezeichnet werden muss, weil abgesehen von der möglichen Gesundheitsschädigung der die Arbeit ausführenden Personen, gewisse Früchte, z. B. Pfirsiche, auch aus sehr verdünnter Blausäure-Atmosphäre das Gas aufzunehmen vermögen, so dass beim Genuss dieser Früchte eine Gefahr für die menschliche Gesundheit nicht ausgeschlossen erscheint.

Kleinere Mittheilungen aus den Laboratorien des Kaiserlichen Gesundheitsamtes.

Untersuchung von Farbstoffen, welche zum Färben von Wurst, Fleisch und Konserven dienen.

Von

Dr. I. Fränkel,

Hülfsarbeiter im Kaiserlichen Gesundheitsamt.

Seit vierzig Jahren etwa haben natürliche und künstliche Farbstoffe ihren Weg in die Wurstfabrikation gefunden und sind seit dieser Zeit in immer wachsender Menge verwendet worden. Die Zulässigkeit der Färbung von Wurstwaaren hat verschiedenartige Beurtheilung gefunden und diese Frage ist auch heute noch nicht vollständig geklärt, wenn auch die Ansichten der Sachverständigen immer mehr dahin gehen, dass die Verwendung fremder Farbstoffe bei der Wurstbereitung unstatthaft sei. In diesem Sinne äussern sich: „Die Denkschrift des Kaiserlichen Gesundheitsamtes über das Färben der Wurst sowie des Hack- und Schabefleisches“ [1]), desgleichen „die Vereinbarungen zur einheitlichen Untersuchung und Beurtheilung von Nahrungs- und Genußmitteln“ [2]) und ebenso Juckenack und Sendtner in einer Abhandlung „Ueber das Färben und die Zusammensetzung der Rohwurstwaaren u. s. w.“ [3]).

Dem Nahrungsmittel-Chemiker erwächst hierdurch die Aufgabe, den Nachweis der angewandten Färbemittel zu führen; der Umstand, dass zum Färben nur verhältnissmässig geringe Mengen Farbstoff nöthig sind, bietet jedoch der chemischen Untersuchung beträchtliche Schwierigkeiten, so dass man sich in den meisten Fällen damit wird bescheiden müssen, das Vorliegen einer künstlichen Färbung überhaupt nachzuweisen. Es war daher wünschenswerth eine Reihe von Farbstoffen zu untersuchen, wie sie zum Zwecke des Färbens von Wurst und Fleisch in den Handel gebracht werden. Solche Färbemittel sind bisher wiederholt untersucht worden u. a. von Polenske, welcher eines als Karminlack [4]), ein anderes als Ponceau 2 G [5]) erkannte. Nach Juckenack und Sendtner [6]) bestand ein als „Darmfarbe“ bezeichnetes Färbemittel aus Orange II (Sulfanilsäure-azo-β-naphtol). Ein „Cervelatwurstpulver“ [7]) erwies sich als Echtroth D (= Naphtalinazo-β-naphtoltrisulfosäure). Ferner wird Corallin [8]) als Wurstfärbemittel angegeben.

Wenn es nun auch gewöhnlich nicht schwer ist, an grösseren Mengen Farbstoff die Natur desselben festzustellen, so wäre es doch gerade bei Untersuchungen der vorliegenden Art werthvoll über Methoden zu verfügen, welche es gestatten, die Natur so geringer Mengen Farbstoff zu erkennen, wie zum Färben von Wurst u. s. w. verwendet werden.

Neben der Anwendung des Mikroskops [9]), welches jedoch nur den Nachweis einer künstlichen Färbung überhaupt gestattet, kommt hier vor allem die spektroskopische Prüfung

---

[1]) Berlin 1898.
[2]) Heft I, S. 42.
[3]) Zeitschr. f. Unters. d. Nahrungs- u. Genussmittel 1899, S. 177 ff.
[4]) Arbeiten aus dem K. G. A. Bd. VIII, S. 253 und Bd XII, S. 550.
[5]) Arbeiten aus dem K. G. A. Bd. XIV, S. 138.
[6]) Zeitschr. f. Unters. d. Nahrungs- u. Genussmittel 1899, S 417.
[7]) Ed. Späth, Pharm. Centrlh. 1897, S 884.
[8]) Zeitschr. f. Fleisch-Milchhyg. 1897, S. 38.
[9]) Schweissinger, Pharm. Centrlh. 1886, S. 441; Ed. Späth, ebenda 1896, S. 743; Marpmann, Zeitschr. f. angew. Mikrosk. 1895, S. 13.

in Betracht. Schon seit geraumer Zeit hat eine Reihe von Forschern die Empfindlichkeit dieser Reaktionen erkannt und nachgewiesen, dass man die Natur mancher Farbstoffe aus ihren Absorptionsspektren erkennen kann. In der jüngsten Zeit hat sich L. Formánek eingehend mit Untersuchungen dieser Art beschäftigt und in seinem Buche: „Spektralanalytischer Nachweis künstlicher organischer Farbstoffe“ eine grosse Anzahl derselben untersucht und ihre Absorptionsspektren graphisch dargestellt. Wenn sich diese Methode vielleicht auch nicht in dem von dem Verfasser erwarteten Umfange bewähren sollte, so wird man sich derselben doch sehr häufig bei der Untersuchung von Farbstoffen mit Vortheil bedienen können.

1. Blutroth.

Unter der Bezeichnung Blutroth zum Färben von Wurst kommt ein braunrothes Pulver in den Handel, das in Wasser leicht mit rothgelber Farbe, nicht dagegen in Alkohol löslich ist. Natronlauge und Salzsäure verändern die wässrige Lösung nicht; konz. Schwefelsäure löst mit rothgelber Farbe. Das Verhalten des Farbstoffes stimmt demnach mit den Eigenschaften überein, welche dem als Ponceau 2 R bekannten Farbstoffe zukommen[1]); derselbe ist das Natronsalz der Xylidinazo-β-Naphtoldisulfosäure.

Da mir der Farbstoff in etwas größerer Menge zur Verfügung stand, so untersuchte ich seine Eigenschaften eingehender, indem ich ihn nach den Angaben von O. N. Witt[2]) mittels Zinnchlorür und konz. Salzsäure in seine Komponenten spaltete. Die heisse Farbstofflösung wurde von dem Reduktionsgemisch nach einiger Zeit entfärbt; auf Zusatz des gleichen Volumens gesättigter Kochsalzlösung schieden sich weisse, seidenglänzende Nädelchen ab. Diese wurden weiter gereinigt, indem sie in kleinen Mengen in wenig Wasser gelöst und mit dem gleichen Volumen Alkohol versetzt wurden; nach starkem Abkühlen in einer Kältemischung schieden sich feine Nädelchen ab, die sofort filtrirt, mit Alkohol und Aether gewaschen und getrocknet wurden. Auf diese Weise erhält man die sonst ziemlich zersetzliche Verbindung in reinem Zustand. Die Analyse ergab, dass das saure Natriumsalz einer Amidonaphtoldisulfosäure vorlag, der etwas Monosulfosäure beigemischt war.

0,315 g gaben 0,392 g $BaSO_4$,
0,256 g „ 0,0515 g Na_2SO_4,
0,2655 g „ 0,0525 g Na_2SO_4.

Für $C_{10}H_4 \begin{cases} NH_2 \\ OH \\ SO_3H \\ SO_3Na \end{cases}$

	Ber.:	Gef.:
S	18,77%	17,09%,
Na	6,74%	6,54%, 6,4%.

Um das andere Spaltungsprodukt des vorliegenden Azofarbstoffes zu gewinnen, wurde die zinnchlorürhaltige Mutterlauge alkalisch gemacht und mit Wasserdampf destillirt. Es ging ein helles auf Wasser schwimmendes Oel über, welches durch Erwärmen mit Essigsäureanhydrid in das Acetylderivat übergeführt wurde; nach dem Umkrystallisiren aus Ligroin schmolz es bei 133—143°. Der ungenaue Schmelzpunkt zeigt an, dass man es mit einem Gemenge verschiedener Basen zu thun hat; aus dem Stickstoffgehalt ergab sich, dass hier die Acetylderivate verschiedener Xylidine vorlagen.

0,1703 g gaben 13 ccm N bei 20° und 751 mm.

Für Acetxylidid $C_6H_3 \begin{cases} (CH_3)_2 \\ NH \cdot CO \cdot CH_3 \end{cases}$

Ber.:	Gef.:
8,59%,	8,62% N.

Die Analyse des Farbstoffes bestätigte demnach, dass derselbe aus Ponceau 2 R bestand. Ausserdem fanden sich darin 15% Wasser, 6,6% Kochsalz und 21% Borax.

1,0035 g verloren im Wassertrockenschrank 0,1535 g = 15,29% H_2O,
0,9865 g „ „ „ 0,147 g = 14,9% H_2O,
0,3175 g gaben mit Soda und Salpeter geschmolzen 0,0525 AgCl = 6,6% NaCl,
0,3125 g „ „ „ „ „ „ 0,051 AgCl = 6,64% NaCl.

Zur Bestimmung der Borsäure wurde nach den Angaben von Hönig und Spitz[3]) die Substanz mit der 10fachen Menge Soda geschmolzen, in wenig Wasser gelöst und bis zur

[1]) G. Schulz und P. Julius, Tabellarische Uebersicht der künstlichen organischen Farbstoffe.
[2]) Ber. d. Deutsch. Chem. Ges. XXI, 3468.
[3]) Zeitschr. f. angew. Chem. 1896, S. 549.

Reaktion auf Methylorange angesäuert; die Kohlensäure wurde dann durch kurzes Kochen unter Rückfluß ausgetrieben und die Borsäure nach dem Erkalten mit $^{1}/_{10}$ n-Lauge unter Zusatz von Glycerin und Phenolphtaleïn titrirt.

0,512 g brauchten 21,8 ccm $^{n}/_{10}$ Kalilauge = 14,92 % Borsäure entspr. 21,5 % Borax,
0,519 g „ 21,4 ccm „ = 14,43 % „ „ 20,82 % Borax.

Endlich wurde der Farbstoff noch auf sein spektroskopisches Verhalten geprüft und auch hier Uebereinstimmung mit den Ergebnissen der Analyse gefunden.

2. Blutrother Fleischsaft.

Der Fleischsaft stellte eine tiefrothe, nach dem Verdünnen gelbrothe wässrige Lösung dar, deren Farbe von Säuren und Alkalien nicht verändert wurde.

Das spec. Gewicht war 1,0163; die Trockensubstanz = 2,7 %.

Je 20 ccm hinterliessen nach dem Abdampfen und Trocknen 1. 0,552 g = 2,71 % und 2. 0,555 g = 2,73 %.

Die Trockensubstanz enthielt 31 % Kochsalz und 12 % Borax.

Aus je 20 ccm Fleischsaft wurden erhalten 1. 0,3172 g AgCl = 0,172 g = 31,07 % NaCl und 2. 0,3185 g AgCl = 0,1724 = 31,1 % NaCl (auf Extrakt berechnet). Je 20 ccm wurden zur Bestimmung der Borsäure, wie unter 1. angegeben, behandelt und brauchten 1. 13,2 ccm $^{1}/_{10}$ n-Lauge entspr. 8,7 % Borsäure oder 12,0 % Borax, 2. 13,6 ccm $^{1}/_{10}$ n-Lauge entspr. 8,9 % Borsäure oder 12,2 % Borax (auf Extrakt berechnet).

Der Farbstoff selbst war mit dem vorher beschriebenen identisch; denn bei der Reduktion mit Zinnchlorür und Salzsäure wurde das Natriumsalz einer Amidonaphtoldisulfosäure erhalten, welches die nämlichen Eigenschaften zeigte.

0,331 g gaben 0,417 g $BaSO_4$,
0,2462 g „ 0,049 g Na_2SO_4.

Für $C_{10}H_4 \begin{cases} NH_2 \\ OH \\ SO_3H \\ SO_3Na \end{cases}$

	Ber.:	Gef.:
S =	18,77 %	17,3 %,
Na =	6,74 %	6,45 %.

Die Acetylverbindung der bei der Reduktion des Farbstoffes abgespaltenen Base schmolz nach dem Umkrystallisiren aus Ligroin bei 132 bis 145° und enthielt 8,44 % N statt 8,59 % N, wie sich für Acetxylidid berechnet.

0,2087 g gaben 15,4 ccm N bei 20° und 760 mm.

Der spektroskopische Befund bestätigte gleichfalls die Identität der beiden Farbstoffe.

3. Darmröthe.

Dieser Farbstoff stellt ein ziegelrothes, in Wasser mit rothgelber Farbe lösliches Pulver dar. Verdünnte Säuren fällen aus der wässrigen Lösung gelbbraune Flocken; Natronlauge färbt die Lösung rothbraun, konz. Schwefelsäure löst mit kirschrother Farbe, beim Verdünnen mit Wasser entsteht wieder ein gelbbrauner Niederschlag.

Von Zinnchlorür und konz. Salzsäure wird der Farbstoff leicht reduzirt. Beim Erkalten der Lösung scheidet sich das Reduktionsprodukt krystallinisch ab. Dasselbe ist in Wasser schwer löslich, wird dagegen von Säuren sowie Alkalien leicht aufgenommen. Eisenchlorid oxydirt es zu β-Naphtochinon. Das Reduktionsprodukt ist demnach Amido-β-Naphtol.

Der Farbstoff selbst ist seinen Reaktionen zufolge das unter dem Namen Orange II (Mandarin G extra) bekannte Natriumsalz des Sulfanilsäure- (oder Toluidinsulfosäure) -azo-β-Naphtols. Hiermit stimmte auch das Ergebniss der spektroskopischen Prüfung überein.

4. Wurstroth.

Unter dieser Bezeichnung wird eine dunkelrothe Flüssigkeit in den Handel gebracht, welche nach dem Verdünnen mit Wasser gelbrothe Farbe mit grüner Fluorescenz zeigte. Von Salzsäure wurden unter Entfärbung rothgelbe Flocken gefällt; Natronlauge bewirkte keine Aenderung der Lösung. Konz. Schwefelsäure löste mit gelber Farbe, beim Verdünnen fielen gelbrothe Flocken aus. Alkohol löste mit rosa Farbe und starker Fluorescenz. Hieraus sowie aus dem Verhalten des Absorptionsspektrums, welches die für Eosin charakteristischen Streifen zeigte, geht hervor, dass der Farbstoff aus Eosin bestand.

5. Krebsfarbe.

Unter dieser Bezeichnung lag eine rothgelbe Flüssigkeit vor, welche bei einem spec. Gewicht von 1,0064 einen Extraktgehalt von 1,46% und hierin 10,9% Kochsalz aufwies. 25 ccm hinterliessen nach dem Abdampfen und Trocknen 0,365 g = 1,46%. Aus je 25 ccm wurden erhalten 1. 0,0978 g AgCl entspr. 10,93% NaCl und 2. 0,0975 g AgCl entspr. 10,88% NaCl.

Die Reaktionen der Farblösung waren folgende: verdünnte Säuren bewirkten keine Aenderung, Natronlauge färbte dunkler (rothbraun); konz. Schwefelsäure löste mit kirschrother Farbe, beim Verdünnen wurde dieselbe gelbroth. Nach diesen Reaktionen lag das unter dem Namen Ponceau RT bekannte Natronsalz der Toluidinazo-β-Naphtoldisulfosäure vor. Zur weiteren Prüfung wurde die Reduktion mit Zinnchlorür und Salzsäure ausgeführt. Die Farblösung wurde zuvor auf ein kleines Volumen eingedampft, da sich das Reduktionsprodukt aus der verdünnten Lösung nicht abschied. Auf Zusatz von gesättigter Kochsalzlösung zu der entfärbten Flüssigkeit wurden weisse Nädelchen erhalten, die durch Versetzen ihrer wässrigen Lösung mit Alkohol und durch starkes Abkühlen umkrystallisirt wurden. Dieselben erwiesen sich als das Natriumsalz der bereits früher erhaltenen Amidonaphtoldisulfosäure.

0,2655 g gaben 0,346 g $BaSO_4$.

Für $C_{10}H_4 \begin{cases} NH_2 \\ OH \\ SO_3H \\ SO_3Na \end{cases}$

	Ber.:	Gef.:
S =	18,77%	17,90%.

Die Zinnchlorürlösung wurde nun alkalisch gemacht und mit Wasserdampf ein Oel übergetrieben, welches in seine Acetylverbindung übergeführt wurde. Dieselbe blieb halbflüssig; durch Abpressen auf Thon und Umkrystallisiren aus Ligroin wurden Nädelchen vom Schmelzpunkt 99 bis 102° erhalten. Für eine Stickstoffbestimmung reichte die Substanz nicht aus. Vermuthlich liegt hier ein Gemenge verschiedener Basen, wie Anilin, Toluidin u. s. w. vor.

Das Spektrum ist demjenigen des mit „Blutroth" bezeichneten Farbstoffes ziemlich ähnlich, jedoch mehr nach rechts verschoben und nicht sehr scharf.

Im Anschlusse seien noch einige Farbstoffe angeführt, welche von H. Dr. Karl Saemann im Kaiserlichen Gesundheitsamte vor einiger Zeit untersucht worden sind.

Tinkturroth stellt eine dunkelrothe stark nach Ammoniak und einem Gewürz riechende Flüssigkeit dar, welche 3½% Trockensubstanz enthielt. Der Rückstand war in Wasser sehr wenig, in Salzsäure dagegen mit gelber und in wässrigem Ammoniak mit violettrother Farbe löslich; die Asche enthielt neben Spuren von Chlor, Phosphorsäure und Schwefelsäure hauptsächlich Thonerde und Kalk; der Trockenrückstand hat danach die Eigenschaften eines Karminlackes; mit Hülfe des Spektrums wurde auch der Farbstoff als Karmin erkannt.

Mit Wurstroth-Tinktur war eine dunkelrothe geruchlose Flüssigkeit bezeichnet, die 2,8% Trockenrückstand enthielt. Die verdünnte mit Alkali versetzte Lösung zeigte grünliche Fluorescenz. Der Trockenrückstand war in Wasser leicht, in Alkohol wenig löslich. Mit konz. Schwefelsäure trat karmoisinrothe Lösung ein, aus welcher nach dem Verdünnen mit Wasser ein rother Niederschlag fiel. Auf Zusatz von Salzsäure schieden sich aus der wässrigen Lösung braunrothe Flocken ab. Natronlauge färbte die wässrige Lösung des Farbstoffes dunkler. Chlorbaryum gab keinen Niederschlag. Durch diese Reaktionen konnte ein bestimmter Farbstoff mit Sicherheit nicht erkannt werden; wahrscheinlich enthielt die Lösung Eosin, das durch einen oder mehrere andere Farbstoffe verdeckt wurde. Zur weiteren Untersuchung fehlte das Material.

Druck von E. Buchbinder, Neu-Ruppin.


3 2044 081 506 594